ANEXO 2 – PROJETO BÁSICO

01	EMISSÃO INICIAL	01/09/2022	AQ/SHF/APC	AQ	JCS
Rev.	**Descrição das Revisões**	**Data**	**Elaborado**	**Verificado**	**Aprovado**

ENGEPRO

cobra BRASIL

isa CTEEP

LOTE "03" DO LEILÃO 001/2022

LT CD 500 kV JAÍBA – JANAÚBA 6 C1 e C2
LT CD 500 kV JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV CAPELINHA 3 – GOV. VALADARES 6 C1 e C2
LT CS 500 kV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1
LT CS 345 kV VIANA 2 – VIANA C3

PROJETO BÁSICO

ELAB.	**VERIF.**	**APROV.**	**NORMAS TECNICAS UTILIZADAS**		
AQ/SHF/APC	AQ	JCS			
RESP. TÉC.	**CREA**	**DATA**	Nº DOC BR-LOT3-71450-L-00-D0001_01	**FOLHA**	**REV.**
Joel da Costa Souza	200158892-5	09/08/2022		1/17	01

Índice

1. OBJETIVO 3

2. ÓRGÃOS NORMALIZADORES 3

3. NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS 3

1. OBJETIVO

1.1 Relacionar as Normas Técnicas a serem utilizadas nos Projetos Básico e Executivo das linhas de Transmissão pertencentes ao Lote 3 do Leilão 001/2022 descritas abaixo:

- LT CD 500 kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2
- LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Capelinha 3 – Govenador Valadares 6, C1 e C2
- LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1
- LT CS 345kV Viana 2 – Viana C3, CS

2. ÓRGÃOS NORMALIZADORES

2.1. Relação dos Órgãos

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AISI	American National Standards Institute
ANSI	American National Standards Institute
ASCE	American Society of Civil Engineers
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
EIA	Electronics Industries Association
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO	International Organization for Standardization
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
AWS	American Welding Society
UL	Underwriters Laboratories

2.2. Aplicação das Normas

2.2.1 Todas as normas serão utilizadas em sua revisão mais recente.

2.2.2 As Normas Técnicas citadas nos itens seguintes, aplicáveis ao projeto, matéria prima, fabricação, ensaios, inspeção, embalagem e embarque das estruturas, cabos, isoladores e ferragens a serem utilizados nas Linhas de Transmissão, deverão constar das especificações técnicas de compra desses materiais.

3. NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS

3.1. Projetos Básico e Executivo das Linhas de Transmissão

ABNT

NBR 5422	Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica
NBR 6535	Sinalização de linhas de transmissão com vista à segurança da inspeção aérea
NBR 7276	Sinalização de advertência em linha aérea de transmissão de energia elétrica

NBR 8449	Dimensionamento de cabos para-raios para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica
NBR 8664	Sinalização para identificação de linha aérea de transmissão de energia elétrica
NBR 15237	Esfera de sinalização diurna para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica
NBR 15238	Sistema de sinalização para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica

IEC

60826	Design criteria of overhead transmission lines

3.2. Fundações em Concreto

ABNT

NBR 5738	Concreto – procedimento para moldagem e cura de corpos de prova
NBR 5739	Concreto - ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos
NBR 5741	Extração e preparação de amostras de cimento
NBR 6118	Projetos de estruturas de concreto
NBR 6122	Projeto e execução de fundações
NBR 6484	Solo - sondagens de simples reconhecimento com STP – método de Ensaio
NBR 6491	Reconhecimento e amostragem para fins de caracterização de pedregulho e areia
NBR 7211	Agregado para concreto
NBR 7214	Areia normal para ensaio de cimento
NBR 7215	Cimento Portland – determinação da resistência à compressão
NBR 7218	Agregados - determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis
NBR 7221	Agregados - ensaio de qualidade de agregado miúdo
NBR 7477	Determinação do coeficiente de conformação superficial de barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado
NBR 7478	Método de ensaio de fadiga de barras de aço para concreto armado
NBR 7480	Aço destinado a armaduras para estrutura de concreto armado
NBR 9604	Abertura de poços e trincheiras de inspeção de solo, com retirada de amostras
NBR 9820	Coleta de amostras indeformadas de solos de baixa consistência em furos de sondagens.
NBR 12655	Concreto de cimento Portland – Preparo Controle e Recebimento.
NBR 16372	Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (método de Blaine)
NBR NM10	Cimento Portland – análise química – disposições gerais
NBR NM26	Agregados – amostragem

NBR NM46	Agregados – determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrômetro, por lavagem
NBR NM49	Agregado fino – determinação de impurezas orgânicas
NBR NM76	Cimento Portland – determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (método de Blaine)
NBR NM248	Agregados – determinação da composição granulométrica
NBR NM-ISSO2395	Peneiras de ensaio e ensaio de peneiramento – vocabulário
NBR NM-ISSO3310-1	Peneiras de ensaio – requisitos técnicos e verificação – parte 1: peneiras de ensaio com tela de tecido metálico
NBR NM-ISSO3310-2	Peneiras de ensaio – requisitos técnicos e verificação – parte 2: peneiras de ensaio de chapa metálica perfurada

3.3. Estruturas Metálicas Treliçadas

ABNT

NBR 5419-1	Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas - Parte 1: Princípios gerais
NBR 5419-2	Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de risco
NBR 5419-3	Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas - Parte 3: Danos físicos as estruturas e perigos a vida.
NBR 5419-4	Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas - Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura.
NBR 5422	Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica
NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
NBR 5427	Guia para utilização da NBR 5426
NBR 5875	Parafusos, porcas e acessórios
NBR 5876	Roscas
NBR 6323	Galvanização por imersão a quente de produtos de aço ou ferro fundido
NBR 7007	Aço carbono e aço microligado para barras e perfis laminados a quente para uso estrutural
NBR 7095	Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e subestações de alta tensão e extra-alta tensão
NBR 7397	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - determinação da massa do revestimento por unidade de área
NBR 7398	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - verificação da aderência do revestimento
NBR 7399	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo
NBR 7400	Produto de aço ou ferro fundido – revestimento de zinco por imersão a quente - verificação da uniformidade do revestimento
NBR 7414	Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente.
NBR 8681	Ações de segurança nas estruturas - Procedimento
NBR 8842	Suportes metálicos treliçados para linhas de transmissão – resistência ao carregamento
NBR 8853	Porca sextavada de segurança para estruturas metálicas de linhas de transmissão e subestações

NBR 15980	Perfis laminados de aço para uso estrutural – Dimensões e tolerâncias.

INMETRO

Portaria nº. 243 de 13/12/2002	Regulamento técnico da qualidade de cantoneiras de aço laminadas a quente para montagem de torres de transmissão de energia elétrica

ASTM

A6/A6M	Standard specification for general requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes, and sheet piling
A36/A36M	Standard specification for carbon structural steel
A90/A90M	Standard test method for weight (mass) of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
A123/A123M	Standard specification for zinc (hot-dip galvanized) coatings on iron and steel products
A143/A143M	Standard practice for safeguarding against embrittlement of hot-dip galvanized structural steel products and procedure for detecting embrittlement
A153/A153M	Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
A239	Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
A242/A242M	Standard specification for high-strength low-alloy structural steel
A283/A283M	Standard specification for low and intermediate tensile strength carbon steel plates
A325M	Standard specification for high-strength bolts for structural steel joints (metric)
A370	Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products
A394	Standard specification for steel transmission tower bolts, zinc-coated and bare
A475	Standard specification for zinc-coated steel wire strand
A529/A529M	Standard specification for high-strength carbon-manganese steel of structural quality
A563/A563M	Standard specification for carbon and alloy steel nuts
A572/A572M	Standard specification for high-strength low-alloy columbium-vanadium structural steel
A588/A588M	Standard specification for high-strength low-alloy structural steel with 50 ksi (345 MPa) minimum yield point to 4 in (100 mm) thick
A606	Standard specification for steel, sheet and strip, high-strength, low-alloy, hot-rolled and cold-rolled, with improved atmospheric corrosion resistance
B6	Standard specification for zinc
E709	Standard guide for magnetic particle examination
F568	Standard specification for carbon and alloy steel externally threaded metric fasteners

ASME

B1.1	Unified inch screw threads, UM and UNR thread form
B1.13M	Metric screw threads – M profile
B18.2.1	Square and hex bolts and screws (inch series)
B18.2.2	Square and hex nuts
B18.2.3	Metric hex bolts
B18.2.4	Metric hex nuts
B18.5	Round head bolts
B18.21	Lock washers
B18.22	Plain washers

ASCE

10 – 97	Design of latticed steel transmission structures

ISO

261	General purpose metric screw threads - general plan
898-1/2	Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel
965-1/2/3/4/5	General purpose metric screw threads - tolerances
4016	Hexagon head bolts - product grade C
4034	Hexagon nuts – product grade C
4759-1	Tolerances for fasteners - bolts, screws, studs and nuts – product grades A, B and C
7091	Plain washers – normal series - product grade C

3.4. Cabos de Alumínio Liga Tipo CAL/AAAC-1120

ABNT

NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
NBR 5427	Guia para utilização da NBR 5426
NBR 6236	Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos
NBR 6653	Fitas de aço para embalagem
NBR 6810	Fios e cabos elétricos – tração à ruptura em componentes metálicos
NBR 6814	Fios e cabos elétricos – ensaio de resistência elétrica
NBR 6815	Fios e cabos elétricos – ensaios de determinação de resistividade em componentes metálicos
NBR 7302	Condutores elétricos de alumínio - tensão-deformação em condutores de alumínio
NBR 7303	Condutores elétricos de alumínio – fluência em condutores de alumínio
NBR 7309	Armazenamento, transporte e movimentação dos elementos componentes dos carretéis de madeira para condutores elétricos
NBR 7310	Transporte, armazenamento e utilização de bobinas com fios, cabos elétricos ou cordoalhas de aço
NBR 11137	Carretéis de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos – dimensões e estruturas

AS – AUSTRALIAN STANDARD

AS 1531	Conductors – Bare overhead – Aluminium and aluminium alloys
AS 2848/ 2848.1	Aluminium and aluminium alloys – Compositions and designations – Part 1: Wrought products

ASTM

B193	Standard test method for resistivity of electrical conductor materials
B263	Standard test method for determination of cross-sectional area of stranded conductors
E8/E8M	Standard test methods for tension testing of metallic materials

3.5. Cabos de Alumínio com Alma de Aço Tipo CAA / ACSR

ABNT

NBR 5118	Fios de alumínio 1350 nus de seção circular para fins elétricos
NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos

NBR 5427	Guia para utilização da NBR 5426
NBR 6236	Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos
NBR 6323	Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido
NBR 6653	Fitas de aço para embalagem
NBR 6756	Fios de aço zincados para alma de cabos de alumínio e alumínio liga
NBR 6810	Fios e cabos elétricos – tração à ruptura em componentes metálicos
NBR 6814	Fios e cabos elétricos – ensaio de resistência elétrica
NBR 6815	Fios e cabos elétricos – ensaios de determinação de resistividade em componentes metálicos
NBR 7103	Vergalhão de alumínio 1350 para fins elétricos
NBR 7270	Cabos de alumínio nus com alma de aço zincado para linhas aéreas
NBR 7272	Condutor elétrico de alumínio - ruptura e característica dimensional
NBR 7273	Condutor elétrico de alumínio – Retirada e preparo de corpo-de prova para ensaio de tipo
NBR 7302	Condutores elétricos de alumínio - tensão-deformação em condutores de alumínio
NBR 7303	Condutores elétricos de alumínio – fluência em condutores de alumínio
NBR 7309	Armazenamento, transporte e movimentação dos elementos componentes dos carretéis de madeira para condutores elétricos
NBR 7310	Transporte, armazenamento e utilização de bobinas com fios, cabos elétricos ou cordoalhas de aço
NBR 7397	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – determinação da massa do revestimento por unidade de área
NBR 7398	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – verificação da aderência do revestimento
NBR 7399	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo
NBR 7400	Galvanização de produto de aço e ferro fundido por imersão a quente – verificação da uniformidade do revestimento
NBR 7414	Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente
NBR 11137	Carretéis de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos – dimensões e estruturas
NBR 15126	Carretel para acondicionamento de fios e cabos elétricos – Requisitos de desempenho

ASTM

A90/A90M	Standard test method for weight (mass) of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
A239	Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
B6	Standard specification for zinc
B193	Standard test method for resistivity of electrical conductor materials
B230/B230M	Standard specification for aluminum 1350-H19 wire for electrical purposes
B232/B232M	Standard specification for concentric-lay-stranded aluminum conductors, coated-steel reinforced (ACSR)

B233	Standard specification for aluminum 1350 drawing stock for electrical purposes
B263	Standard test method for determination of cross-sectional area of stranded conductors
B354	Standard terminology relating to uninsulated metallic electrical conductors
B498/B498M	Standard specification for zinc-coated (galvanized) steel core wire for aluminum conductors, steel reinforced (ACSR).
B500/B500M	Standard specification for metallic coated stranded steel core for aluminum conductors, steel reinforced (ACSR)
B557/557M	Standard test methods of tension testing wrought and cast aluminum- and magnesium-alloy products

3.6. Cordoalhas de Aço Zincado

ABNT

NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
NBR 5427	Guia para utilização da NBR 5426
NBR 5908	Cordoalha de sete fios de aço zincado para cabos pára-raios
NBR 6005	Arames de aço – ensaio de enrolamento
NBR 6236	Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos
NBR 6323	Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido
NBR 7310	Transporte, armazenamento e utilização de bobinas com fios, cabos elétricos ou cordoalhas de aço
NBR 7311	Carretéis de madeira para cordoalhas de sete fios de aço zincado – características dimensionais e estruturais.
NBR 7397	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – determinação da massa do revestimento por unidade de área
NBR 7398	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – verificação da aderência do revestimento
NBR 7399	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo
NBR 7400	Galvanização de produto de aço e ferro fundido por imersão a quente – verificação da uniformidade do revestimento
NBR 7414	Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente
NBR 11137	Carretéis de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos – dimensões e estruturas

ASTM

A90/A90M	Standard test method for weight (mass) of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
A239	*Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles*
A363	Standard specification for zinc-coated (galvanized) steel overhead ground wire strand
A475	Standard specification for zinc-coated steel wire strand
B6	Standard specification for zinc

3.7. Fio para Aterramento de Aço - Cobre

ABNT

NBR 8121	Cabos de fios de aço revestidos de cobre nus, para fins elétricos.
NBR 13571	Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios

ASTM

B910/910M	Standard specification for annealed copper-clad steel wire

3.8. Cabos OPGW (Optical Ground Wire)

ABNT

NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
NBR 5427	Guia para utilização da norma NBR 5426
NBR 6005	Arames de aço revestidos e não revestidos – verificação da ductilidade e da aderência do revestimento.
NBR 6236	Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos
NBR 6323	Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido
NBR 6756	Fios de aço zincados para alma de cabos de alumínio e alumínio liga
NBR 6814	Fios e cabos elétricos – ensaio de resistência elétrica
NBR 7272	Condutor elétrico de alumínio – ruptura e característica dimensional – método de ensaio
NBR 7302	Condutores elétricos de alumínio – tensão – deformação em condutores de alumínio – método de ensaio
NBR 7303	Condutores elétricos de alumínio – fluência em condutores de alumínio – método de ensaio
NBR 7310	Transporte, armazenamento e utilização de bobinas com fios, cabos elétricos ou cordoalhas de aço
NBR 7397	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – determinação da massa do revestimento por unidade de área – método de ensaio
NBR 7398	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – verificação da aderência do revestimento – método de ensaio
NBR 7399	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo – método de ensaio
NBR 7400	Galvanização de produto de aço e ferro fundido por imersão a quente – verificação da uniformidade do revestimento
NBR 7414	Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente
NBR 9136	Fios e cabos telefônicos – ensaio de penetração de umidade
NBR 9140	Cabos ópticos e fios e cabos telefônicos – ensaio de comparação de cores – método de ensaio
NBR 9149	Cabos telefônicos – ensaio de escoamento do composto de enchimento
NBR 10711	Fios de aço-alumínio nus, encruados, de seção circular, para fins elétricos
NBR 11137	Carretéis de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos – dimensões e estruturas
NBR 13486	Fibras ópticas
NBR 13488	Fibras ópticas tipo monomodo de dispersão normal

NBR 13491	Fibras ópticas – determinação da atenuação óptica
NBR 13492	Fibras ópticas – determinação do comprimento de onda de corte
NBR 13493	Fibras ópticas – determinação do diâmetro de campo modal
NBR 13500	Fibras ópticas – determinação dos parâmetros geométricos do revestimento
NBR 13502	Fibras ópticas – verificação da uniformidade da atenuação óptica
NBR 13503	Fibras ópticas – ensaio de tensão mecânica constante
NBR 13504	Fibras ópticas – determinação da dispersão cromática
NBR 13505	Fibras ópticas – determinação do comprimento
NBR 13506	Fibras ópticas – determinação da sensibilidade óptica à curvatura
NBR 13507	Cabos ópticos – ensaio de compressão
NBR 13509	Cabos ópticos – ensaio de impacto
NBR 13510	Cabos ópticos – ensaio de ciclo térmico
NBR 13511	Fibras e cabos ópticos – ensaio de ataque químico à fibra óptica tingida
NBR 13512	Cabos ópticos – ensaio de tração em cabos ópticos e determinação da deformação da fibra óptica
NBR 13519	Fibras e cabos ópticos – ensaio de ciclos térmicos na fibra óptica tingida
NBR 13520	Fibras ópticas – determinação da variação da atenuação óptica
NBR 13975	Fibras ópticas – determinação da força de extração do revestimento
NBR 14074	Cabos pára-raios com fibras ópticas (OPGW) para linhas aéreas de transmissão
NBR 14076	*Cabos ópticos – determinação do comprimento de onda de corte em fibra monomodo cabeada*
NBR 14422	*Fibras ópticas – determinação dos parâmetros geométricos da fibra óptica*
NBR 14587-1	*Fibras ópticas – medição de dispersão de modos de polarização – parte 1: varredura espectral*
NBR 14587-2	*Fibras ópticas – medição de dispersão de modos de polarização – parte 2: método interferométrico*
NBR 14591	*Fibras ópticas – ciclo térmico*
NBR 14603	Amostragem e inspeção em fábrica de fibras ópticas - procedimento

IEEE

1138	Standard construction of composite fiber optic overhead ground wire (OPGW) for use on electric utility power lines

ASTM

A6/A6M	Standard specification for general requirements for delivery of rolled structural steel bars, plates, shapes and sheet piling
A239	Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron and steel articles
A411	Standard specification for zinc-coated (galvanized) low-carbon steel armor wire
A475	Standard specification for zinc-coated steel wire strand
B6	Standard specification for zinc
B233	Standard specification for aluminum 1350 drawing stock for electrical purposes
B398/398M	Standard specification for aluminum-alloy 6201-T81 wire for electrical purposes
B415	Standard specification for hard-drawn aluminum – clad steel wire

IEC

60468	Method of measurement of resistivity of metallic materials
60794-1-1	Optical fibre cables - part 1-1 – generic specification - general
60794-1-2	Optical fibre cables - part 1-2 – generic specification – basic optical cable test procedures
60794-4	Optical fibre cables - part 4 – sectional specification – aerial optical cables along electrical power lines
60794-4-10	Optical fibre cables - part 4-10 – aerial optical cables along electrical power lines – family specification for OPGW (optical ground wires)
60888	Zinc coated steel wires for stranded conductors
61232	Aluminum-clad steel wires for electrical purposes

EIA

455-31C	Proof testing optical fibers by tension

3.9. Isoladores Poliméricos

ABNT

NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
NBR 5427	Guia para utilização da norma NBR 5426
5429	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por variáveis
5430	Guia para utilização da norma NBR 5429
5601	Aços inoxidáveis – classificação por composição química – Padronização
NBR 6323	Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido
NBR 7107	Cupilha para concha de engate concha e bola – Especificação
NBR 7108	Vínculos de ferragens integrantes de isoladores de cadeia – dimensões
NBR 7397	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - determinação da massa do revestimento por unidade de área – método de ensaio
NBR 7398	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - verificação da aderência do revestimento – Método de ensaio
NBR 7399	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo – Método de ensaio
NBR 7400	Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Revestimento de zinco por imersão a quente – Verificação da uniformidade do revestimento – Método de ensaio
NBR 7414-	Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente – Terminologia
NBR 7876	Linhas e Equipamentos de Alta Tensão – Medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30 MHz;
NBR 9893	Cupilha para pinos ou parafusos de articulação
NBR10296	Material Isolante Elétrico – Avaliação de sua Resistência ao Trilhamento Elétrico
10621	Isoladores utilizados em sistemas de alta tensão em corrente alternada – Ensaios de Poluição Artificial
NBR 15121	Isolador para alta-tensão - Ensaio de medição da radio interferência
NBR 15122	Isoladores para linhas aéreas — Isoladores compostos tipo suspensão e tipo

	ancoragem, para sistemas em corrente alternada com tensões nominais acima de 1000V – Definições, métodos de ensaio e critérios de aceitação.
15123	Isoladores para linhas aéreas com tensões nominais acima de 1 000 V - Cadeias e arranjos de isoladores para sistemas de corrente alternada
15232	Isolador composto tipo pilar para linhas aéreas de corrente alternada, com tensões acima de 1 000 V — Definições, métodos de ensaio e critério de aceitação
15255	- Unidades de isolador composto para cadeia, para linhas aéreas com tensão acima de 1000 V - Classes de resistência mecânica e ferragens integrantes padronizadas
15651	Unidade de isolador-bastão composto para cadeias de linhas aéreas com tensão acima de 1 000 V - Características dimensionais e elétricas
15643	Isoladores poliméricos para uso interno e externo com tensão nominal superior a 1000V – ensaios de projeto
16063	Isoladores para linhas aéreas para tensões acima de 1000 V – Ensaio de arco de potência em cadeias de isoladores e arranjos reduzidos;
NBR IEC 60060-1	- Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão – Parte 1 – Definições gerais e requisitos de ensaios
NBR IEC/TR 60815-3	Seleção e dimensionamento para alta tensão para uso sob condições de poluição Parte 3: Isoladores poliméricos para sistemas de corrente alternada
NBR IEC/TR 61467	Isolador de porcelana ou vidro para tensões acima de 1000 V - Ensaio de arco de potência em cadeias de isoladores
NBR IEC/TR 62039	- Guia de seleção de materiais poliméricos para uso externo sob alta tensão
NBR IEC TS 62073	Orientações para medição da hidrofobicidade na superfície de isoladores
NBR IEC TS 62217	Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use - General definitions, test methods and acceptance criteria

IEC

IEC 60060-1	High voltage test techniques - part 1: general definitions and test requirements
IEC 60060-2	High voltage test techniques – part 2: measuring systems
IEC 60120	Dimensions of ball and socket couplings of string insulator units
IEC 60372	Locking devices for ball and socket couplings of string insulator units: dimensions and tests
IEC 60437	Radio interference test on high-voltage insulators string insulator units
ISO TR 60575	Thermal-mechanical performance test and mechanical performance test on string insulator units
IEC 60587	Electrical insulating materials used under severe ambient conditions - Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion
IEC 61109	Composite suspension and tension insulators for A.C. systems with a nominal voltage greater than 1000 V - Definitions, test methods and acceptance criteria
IEC 61466-1	Composite string insulator units for overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V - Part 1: Standard strength and end fittings
IEC 61952	Insulators for overhead lines – Composite line post insulators for alternative current with a nominal voltage greater than 1 kV

IEC 62217	Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use - General definitions, test methods and acceptance criteria

ISO

ISO 868	Plastics and ebonite – Determination of indentation hardness by means of a durometer (shore hardness)

ASTM

A153/A153M	Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
ASTM D6370	Standard Test Method for Rubber-Compositional Analysis by Thermogravimetry (TGA)
ASTM D2240	Standard test method for rubber property – durometer hardness
ASTM G26	Recommended practice for operating light-exposure apparatus (xenon-arc type) with and without water for exposure of nonmetallic materials
ASTM G53	Recommended practice for operating light-and-water-exposure apparatus (fluorescent uv-condensation type) for exposure of nonmetallic materials
ASTM G155	Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials
ASTM D2565-	Practice for operating xenon-arc type light exposure apparatus with and without water for exposure of plastics

ANSI

C29.1	Standard for electrical power insulators - test methods
C29.11 -	Composite Insulators - Test Methods
C29.12 -	Composite Insulators—Transmission Suspension Type

NEMA

107	Methods of measurement of radio influence voltage (RIV) of high voltage apparatus

3.10. Ferragens para Fixação do Condutor e Para-raios

ABNT

NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
NBR 5427	Guia para utilização da NBR 5426
NBR 6323	Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido
NBR 7095	Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e subestações de alta tensão e extra alta tensão
NBR 7107	Cupilha para concha de engate concha e bola
NBR 7108 -1	Ferragens integrantes padronizadas de isoladores para cadeia de vidro e porcelana – Parte 1: Acoplamento tipo concha e bola.
NBR 7108 -2	Ferragens integrantes padronizadas de isoladores para cadeia de vidro e porcelana – Parte 2: Engate tipo garfo e olhal
NBR 7397	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – determinação da massa do revestimento por unidade de área
NBR 7398	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – verificação da aderência do revestimento

NBR 7399	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo
NBR 7400	Galvanização de produto de aço e ferro fundido por imersão a quente – verificação da uniformidade do revestimento
NBR 7414	Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente
NBR 9893	Cupilha para pinos ou parafusos de articulação
NBR 15237	Esfera de sinalização diurna para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica

ASTM

A6/A6M	Standard specification for general requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes, and sheet piling
A47/A47M	Standard specification for ferritic malleable iron castings
A48	Standard specification for gray iron castings
A53/A53M	Standard specification for pipe, steel, black and hot-dipped, zinc coated, welded and seamless
A90/A90M	Standard test method for weight (mass) of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
A123/A123M	Standard specification for zinc (hot-dip galvanized) coatings on iron and steel products
A143/ A143M	Standard practice for safeguarding against embrittlement of hot-dip galvanized structural steel products and procedure for detecting embrittlement
A148/A148M	Standard specification for steel castings, high strength, for structural purposes
A153/A153M	Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
A239	Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
A283/A283M	Standard specification for low and intermediate tensile strength carbon steel plates
A307	Standard specification for carbon steel bolts and studs, 60000 psi tensile strength
A325M	Standard specification for high-strength bolts for structural steel joints (metric)
A354	Standard specification for quenched and tempered alloy steel bolts, studs, and other externally threaded fasteners
A370	Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products
A384	Standard practice for safeguarding against warpage and distortion during hot-dip galvanizing of steel assemblies
A385	Standard practice for providing high-quality zinc coatings (hot-dip)
A394	Standard specification for steel transmission tower bolts, zinc-coated and bare
A411	Standard specification for zinc-coated (galvanized) low-carbon steel armor wire
A449	Standard specification for quenched and tempered steel bolts and studs
A475	Standard specification for zinc-coated steel wire strand
A490	Standard specification for structural bolts, alloy steel, heat-treated, 150 ksi minimum tensile strength
A536	Standard specification for ductile iron castings
A563/A563M	Standard specification for carbon and alloy steel nuts
B6	Standard specification for zinc
B26/B26M	Standard specification for aluminum-alloy sand castings
B85	Standard specification for aluminum-alloy die castings

B193	*Standard test method for resistivity of electrical conductor materials*
B209/B209M	Standard specification for aluminum and aluminum-alloy sheet and plate
B210/B210M	Standard specification for aluminum and aluminum-alloy drawn seamless tubes
B211/B211M	Standard specification for aluminum and aluminum-alloy bar, rod and wire
B221/B221M	Standard specification for aluminum and aluminum-alloy extruded bars, rods, wire, profiles and tubes
B233	Standard specification for aluminum 1350 drawing stock for electrical purposes
B487	Standard test method for measurement of metal and oxide coating thickness by microscopical examination of a cross section
B499	Standard test method for measurement of coating thicknesses by the magnetic method: nonmagnetic coatings on magnetic basis metals
B504	Standard test method for measurement of thickness of metallic coatings by the coulometric method
D256	Standard test methods for determining the izod pendulum impact resistance of plastics
D3359	Standard test methods for measuring adhesion by tape test
E155	Standard reference radiographs for inspection of aluminum and magnesium castings
E709	Standard guide for magnetic particle inspection
F3125/F3125M	Standard specification for high strength structural bolts, steel and alloy steel, heat treated, 120 ksi (820 mpa) and 150 ksi (1040 mpa) minimum tensile strength, inch and metric dimension

IEC

60120	Dimensions of ball and socket couplings of string insulator units
60372	Locking devices for ball and socket couplings of string insulator units: dimensions and tests
60437	Radio interference esto n high-voltage insulators
61284	Overhead lines - requirements and tests for fittings
TR2 61467	Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1000 V – AC power arc tests on insulator sets
61854	Overhead lines – requirements and tests for spacers
61897	Overhead lines – requirements and tests for Stockbridge type aeolian vibration dampers

ASME

B1.1	Unified inch screw threads, UM and UNR thread form
B1.13M	Metric screw threads – M profile
B18.2.1	Square and hex bolts and screws (inch series)
B18.2.2	Square and hex nuts
B18.2.3	Metric hex bolts
B18.2.4	Metric hex nuts
B18.5	Round head bolts
B18.21	Lock washers
B18.22	Plain washers

ANSI

C29-1	Standard for electrical power insulators – test methods

ISO

261	General purpose metric screw threads - general plan
898-1/2	Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel
965-1/2/3/4/5	General purpose metric screw threads - tolerances
4016	Hexagon head bolts - product grade C
4034	Hexagon nuts – product grade C
4759-1	Tolerances for fasteners - bolts, screws, studs and nuts – product grades A, B and C
7091	Plain washers – normal series - product grade C

NEMA

C119.4	*Connectors to use between aluminum-to-aluminum or aluminum-to-copper bare overhead conductors*
107	Methods of measurement of radio influence voltage (RIV) of high – voltage apparatus

02	REVISADO CONFORME COMENTÁRIOS	01/09/2022	AQ/SHF/APC	AQ	JCS
01	EMISSÃO INICIAL	01/09/2022	AQ/SHF/APC	AQ	JCS
Rev.	**Descrição das Revisões**	**Data**	**Elaborado**	**Verificado**	**Aprovado**

LOTE "03" DO LEILÃO 001/2022

LT CD 500 kV JAÍBA – JANAÚBA 6 C1 e C2
LT CD 500 kV JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV CAPELINHA 3 – GOV. VALADARES 6 C1 e C2
LT CS 500 kV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1
LT CS 345 kV VIANA 2 – VIANA C3

PROJETO BÁSICO

ELAB.	**VERIF.**	**APROV.**	**DADOS CLIMATOLÓGICOS**		
AQ/SHF/APC	AQ	JCS			
RESP. TÉC.	**CREA**	**DATA**	Nº DOC BR-LOT3-71450-L-00-D0002_01	**FOLHA**	**REV.**
Joel da Costa Souza	200158892-5	01/09/2022		1/63	01

ÍNDICE

1. OBJETIVO 3
2. RECOMENDAÇÕES 3

ANEXO 1 – RELATORIO DE PARAMETROS CLIMATOLOGICOS 5

1. OBJETIVO

1.1. Apresentar os dados climatológicos adotados no projeto das Linhas de Transmissão em circuito simples pertencentes ao Lote 3 do Leilão 001/2022 descritas abaixo:

- LT CD 500 kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2
- LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Capelinha 3 – Govenador Valadares 6, C1 e C2
- LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1
- LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3

2. RECOMENDAÇÕES

2.1. Conforme relatório apresentado no anexo 1, segue abaixo tabela com as principais recomendações para as Linhas de transmissão em 500 kV.

Parâmetros climáticos	**LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 C1 e C2 CD**	**LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD**	**LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2,CS**	**LT 500 kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6 3 C1 e C2,CS**	**LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1,CS**	**LT 345 kV Viana 2- Viana C3,CS**
extensão	102	40	220	135	77	7,5
altitude média - (m)	530	600	870	500	350	100
temp média – (^{O}C)	22	22	21	22	22	23
temp mín 50 anual – (^{O}C)	17	17	15	15	17	19
temp mín 50 inverno – (^{O}C)	14	14	11	11	12	15
temp mín absoluta – (^{O}C)	5	5	1	1	2	5
temp máx 50 anual – (^{O}C)	28	28	28	28	28	29
temp máx 50 verão – (^{O}C)	31	31	31	32	31	32
temp máx abs – (^{O}C)	39	39	39	39	40	40
temp sazonal vd (OC)1	33	33	30	29	33	33
temp sazonal vn (OC)	22	22	22	23	25	25
temp sazonal id - (OC)	32	32	29	30	30	29
temp sazonal in (OC)	20	19	19	20	21	21
pressão média – (mbar)	950	950	915	950	970	1010
DRA 50% – (pu)	0.93	0.93	0.89	0.90	0.93	0.98
DRA 90% – (pu)	0.91	0.91	0.87	0.88	0.91	0.96
$FCA_{60\ Hz}$ 50% – (pu)	0.98	0.98	0.94	0.96	0.98	1.04

[1] Essas temperaturas sazonais foram lidas dos mapas do ONS, em anexo a seguir.

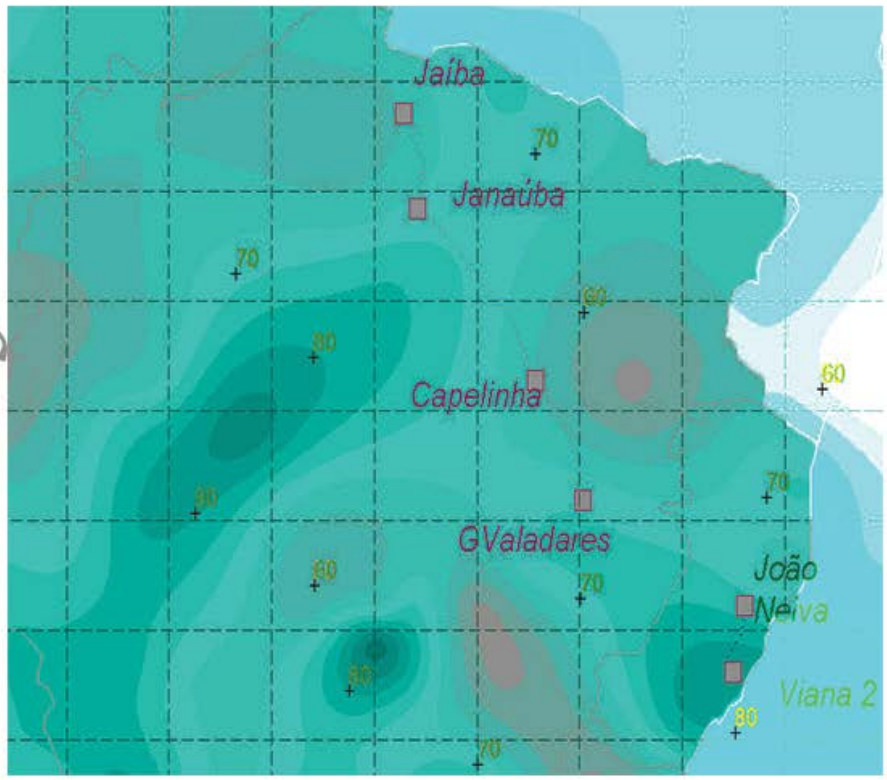
Parâmetros climáticos	**LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 C1 e C2 CD**	**LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD**	**LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2,CS**	**LT 500 kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6 3 C1 e C2,CS**	**LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1,CS**	**LT 345 kV Viana 2- Viana C3,CS**
$FCA_{60\ Hz}$ 99% – (pu)	0.94	0.94	0.88	0.90	0.93	1.00
FCA_{man}50% – (pu)	0.98	0.98	0.94	0.95	0.98	1.02
FCA_{man} 90% – (pu)	0.96	0.96	0.92	0.93	0.96	1.00
FCA_{atm}50% – (pu)	0.98	0.98	0.92	0.94	0.97	1.04
FCA_{atm} 90% – (pu)	0.96	0.96	0.90	0.92	0.95	1.02
umi rel (U_{rel}) – (%)	74	74	73	75	76	78
umi abs (U_{abs}) - (g/m^3)	15	14	13	15	15	16
tempo ruim - (%)	10	10	10	10	10	10
Nivel Ceraunico	20	20	20	20	27	31

ANEXO 1 – RELATORIO DE ELEMENTOS CLIMATOLOGICOS

Relatório Técnico
ENGEPRO Engenharia

Elementos Ambientais para as LTs do lote 3, leilão da ANEEL 001/2022

BATÁVIA Engenharia



Preparado por Amauri A Menezes em 08/2022

Este Relatório Técnico apresenta o memorial descritivo para a determinação dos elementos climáticos relevantes na implantação da(s) LT(s) acima citada(s). A reprodução parcial ou total deste documento só deve ser feita com a permissão da Contratante

1 Objetivo ---------- 3
2 Conceituação Preliminar ---------- 4
3 Dados termométricos ---------- 5
4 Densidade Relativa do Ar e Fatores de Correção Atmosféricos ---------- 6
4.1 Valor médio da DRA e dos FCAs ---------- 6
4.2 Os desvios padrão da DRA e dos FCAs ---------- 9
5 Representação gráfica e mapeamento das variáveis ---------- 11
5.1 Densidades relativas do ar e "nível de tempo - ruim" ---------- 12
5.2 Fatores de Correção Atmosféricos ---------- 12
5.3 Umidades absolutas ---------- 13
5.3.1 Cálculo dos pontos de orvalho e de gelo ---------- 13
5.3.2 Cálculo das pressões de vapor ---------- 14
5.3.3 Cálculo das umidades absolutas ---------- 14
6 Conclusões e recomendações ---------- 14
7 Comentários finais ---------- 23
8 Referências ---------- 23
Anexo 1 Dados para determinação espacial da DRA e dos FCAs ---------- 24
Anexo 2 Características das estações do INMET ---------- 35
Anexo 3 Mapa das altitudes ---------- 38
Anexo 4 Mapa das pressões atmosféricas ---------- 39
Anexo 5 Mapas das temperaturas ambientes ---------- 40
Anexo 6 Mapas das densidades relativas do ar ---------- 47
Anexo 7 Mapas dos fatores de correção atmosféricos ---------- 49
Anexo 8 Mapas das umidades do ar ---------- 55
Anexo 9 Mapas das temperaturas para ampacidade sazonal ---------- 57

1 Objetivo

Este relatório quantifica as variabilidades espacial e temporal de fenômenos meteorológicos que têm interferências substanciais com as

LT 500 kV Jaíba - Janaúba 6, C1 e C2, CD;
LT 500 kV Janaúba 6 - Janaúba 3, C1 e C2, CD;
LT 500 kV Janaúba 6 - Capelinha 3, C1 e C2, CS;
LT 500 kV Capelinha 3 - Governador Valadares 6, C1 e C2, CS;
LT 500 kV João Neiva 2 - Viana 2, C1, CS;
LT 345 kV Viana 2 - Viana, C3, CS;

As variáveis aqui objetivadas ao longo da LT citada são as seguintes:

Variáveis Ambientais	nomenclatura & unidades
altitude média	alt - metros
temperatura média	t_{med} - ^oC
temperatura mínima média anual	$t_{min\ anual}$ - ^oC
temperatura mínima média no inverno	$t_{min\ inv}$ - ^oC
temperatura mínima absoluta	$t_{min\ abs}$ - ^oC
temperatura máxima média anual	$t_{max\ anual}$ - ^oC
temperatura máxima média no verão	$t_{max\ ver}$ - ^oC
temperatura máxima absoluta	$t_{max\ abs}$ - ^oC
temperatura para verão- dia[1]	VD - ^oC
temperatura para verão- noite	VN - ^oC
temperatura para inverno- dia	ID - ^oC

[1] *Essas temperaturas atendem aos recentes requisitos para ampacidade sazonal, segundo a publicação da ONS - **"Metodologia para Cálculo da Capacidade Sazonal de Projetos de Linhas de Transmissão s Serem Licitadas"**, junho de 2017, ONS*

temperatura para inverno - noite	IN - ^oC
pressão atmosférica	p_{atm} - *mbares*
densidade relativa do ar (50 e 90 %)	$DRA_{50\%}$ *e* $DRA_{90\%}$ - *(pu)*
fator de correção atmosférico, 60 Hz, (50 e 99 %)	$FCA_{60Hz\text{-}50\%}$ *e* $FCA_{60Hz\text{-}99\%}$ - *(pu)*
fator de correção atmosférico, surtos de manobra (50 e 90 %)	$FCA_{man50\%}$ *e* $FCA_{man90\%}$ - *(pu)*
fator de correção atmosférico, impulsos atmosféricos (50 e 90 %)	$FCA_{atm50\%}$ *e* $FCA_{atm90\%}$ - *(pu)*
umidade relativa média do ar (anual)	u_{rel} – *(%)*
umidade absoluta média do ar (anual)	u_{abs} - (g/m^3)
tempo ruim (para níveis de RI) - anual	*TR - (%)*

Linhas de transmissão aéreas constituem-se em empreendimentos com dimensões territoriais consideráveis e, não raro, atravessam áreas com diferentes condições geograficamente bem diferenciadas, resultando numa multiplicidade de elementos climáticos sobre elas atuantes. Portanto, torna-se relevante, para a execução de um projeto realista e coerente com seus próprios desafios, que haja a disponibilidade de métodos de inferências capazes de avaliar a evolução espacial das grandezas ambientais ao longo da rota da LT em estudo. A coleta de tais variáveis deve ser convenientemente feita em estações meteorológicas na mesma região e, obrigatoriamente, as suas variabilidades temporais devem ser quantificadas.

Como certo número de variáveis ambientais aqui enfocadas é dependente da altitude, o estudo em curso considera também a altitude na região, como forma de dimensionar algumas variações espaciais do clima, através de modelos matemáticos de correlação linear múltipla. A densidade relativa do ar (DRA) e os fatores de correção atmosféricos (FCAs[2]) não são variáveis meteorológicas, no rigor do conceito, mas encontram-se aqui incluídas por serem diretamente derivados da temperatura do ar, da pressão atmosférica e, para os FCAs, também da umidade absoluta do ar.

2 Conceituação Preliminar

A base de dados usada neste relatório origina-se de duas fontes diversas: do INMET [1] (Instituto nacional de Meteorologia - Ministério da Agricultura) e do DEPV [2, 7] (antiga Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo - Ministério da Aeronáutica). Tais

[2] *ou ainda RIS (Relative Insulation Strength)*

fontes desempenham importantes e complementares papeis no modelo analítico aqui adotado para inferência estatística das variáveis ambientais, como exigido pelos procedimentos de projetos de LTs aéreas ora em curso no país.

Especificamente, pode-se dizer que os dados do INMET (mensais e anuais, em 205 estações) cuidam das determinações médias e das suas evoluções espaciais sobre o território brasileiro, enquanto que os dados do DEPV (horários, em 20 estações) definem as flutuações dos respectivos desvios-padrão. Detalhes da elaboração desse modelo dual são fornecidos ao longo do trabalho e aplicam-se às variáveis aqui objetivadas.

3 Dados termométricos

Os dados de temperatura utilizados no estudo foram medidos em estações climatológicas operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)[3] e instaladas no estado de implantação do empreendimento.

Nessas estações, as temperaturas máximas e mínimas são medidas diariamente e as temperaturas correntes às 12, 18 e 24 horas, referidas ao horário de Greenwich (Greenwich Meridian Time - GMT). No procedimento de operação das estações do INMET, as temperaturas extremas diárias ficam perfeitamente caracterizadas.

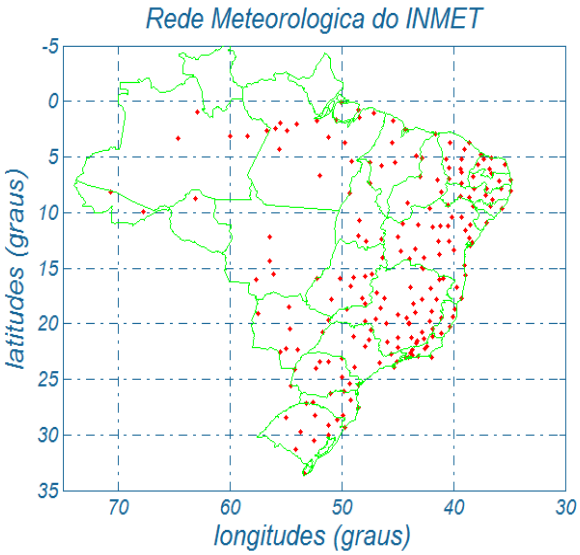


Figura 3.1 - Distribuição espacial das estações meteorológicas do INMET

A temperatura média diária é estimada através da seguinte equação, de uso rotineiro pelo INMET:

$$T_{med} = \frac{T_{12} + 2 \cdot T_{24} + T_{máx} + T_{mín}}{5}$$

T_{med} *- temperatura média diária*
$T_{máx}$ *- temperatura máxima diária*
$T_{mín}$ *- temperatura mínima diária*
T_{12} *e* T_{24} *- temperaturas às 12 e 24 horas*

As estatísticas dos valores de temperatura, medidos diariamente no período de 1961 a 1990, podem ser consultadas em [1]. Além dos valores médios anuais, buscou-se caracterizar as médias das temperaturas extremas, extraindo-se do banco de dados os valores mínimos ou máximos ocorridos ao longo do ano, independentemente do mês em

[3] *INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, Ministério da Agricultura.*

que foram anotados, e garantindo assim mapas que refletissem valores extremos que fossem os mais conservadores. Portanto, neste estudo, extremos médios de temperatura encontram-se também avaliados apropriadamente nos respectivos meses em que ocorrem.

A seguinte nomenclatura deve ser seguida:

média das temperaturas máximas	*(ºC)*	*- anual*	*(média dos 12 meses)*
média das temperaturas máximas	*(ºC)*	*- de verão*	*(média no verão)*
média das temperaturas mínimas	*(ºC)*	*- anual*	*(média dos 12 meses)*
média das temperaturas mínimas	*(ºC)*	*- de inverno*	*(média no inverno)*

---

4 Densidade Relativa do Ar e Fatores de Correção Atmosféricos

A caracterização da média e do desvio padrão da densidade relativa do ar (DRA) e dos fatores de correção atmosféricos (FCAs), para freqüência industrial e surtos de manobra ou atmosféricos, é aqui feita através de abordagens distintas.

4.1 Valor médio da DRA e dos FCAs

O valor médio dessas variáveis será feito por meio dos dados médios anuais medidos na rede do INMET (temperatura, pressão atmosférica para a DRA, acrescidos da umidade absoluta, para os valores dos FCAs). DRAs e FCAs têm distribuições normais para qualquer efeito prático [7] e seus valores médios podem ser calculados com as médias das variáveis indiretas (t_{med}, p_{med} e u_{abs}). Para dirimir qualquer dúvida quanto a essa afirmativa, as Tabelas 4.1.1 e 4.1.2 apresentam os respectivos resultados, quando se usa um banco de dados horário em 10 anos, e quando se faz o cálculo com médias anuais. O banco de dados usado como referência é o do DEPV[4], tal como apresentado em [7].

[4] *Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo, do Ministério da Aeronáutica.*

Tabela 4.1.1 - Comparação dos valores para DRA calculados por (t_{med}, p_{med}) a cada hora e com valores médios anuais

Cidade	sigla	$DRA_{50\%}$ (pu) como em [7]	$DRA_{50\%}$ (pu) médias anuais
Belém	BE	0.976	0.980
Belo Horizonte	BH	0.913	0.900
Brasília	BR	0.883	0.870
Campo Grande	CG	0.927	0.930
Curitiba	CT	0.913	0.890
Caravelas	CV	0.987	0.990
Florianópolis	FL	1.001	1.000
Fortaleza	FZ	0.975	0.970
Galeão (RJ)	GL	0.990	0.990
Campinas	KP	0.926	0.926
Manaus	MN	0.968	0.970
Maceió	MO	0.973	0.980
Natal	NT	0.975	0.975
Porto Alegre	PA	1.004	0.990
Recife	RF	0.980	0.980
Rio de Janeiro (SD)	RJ	0.991	0.990
São Luiz	SL	0.971	0.980
São Paulo	SP	0.918	0.920
Salvador	SV	0.983	0.980
Vitória	VT	0.991	0.980

Tabela 4.1.2 - valores dos FCAs para 60 Hz (FCA_{60Hz}) e surtos de manobra (FCA_{man}), calculados por (t_{med}, p_{med} e U_{abs}) horários e com valores médios anuais, gapes de 1 a 5 metros

tensão a 60 Hz (gape de 3 m)		
sigla	*FCA50% (pu) como em [7]*	*FCA50% (pu) médias anuais*
BE	*1.062*	*1.061*
BH	*0.960*	*0.959*
BR	*0.925*	*0.922*
CG	*0.992*	*0.994*
CT	*0.939*	*0.936*
CV	*1.050*	*1.050*
FL	*1.033*	*1.034*
FZ	*1.053*	*1.053*
GL	*1.045*	*1.045*
KP	*0.965*	*0.964*
MN	*1.059*	*1.059*
MO	*1.044*	*1.044*
NT	*1.049*	*1.049*
PA	*1.022*	*1.023*
RF	*1.053*	*1.053*
RJ	*1.042*	*1.043*
SL	*1.059*	*1.058*
SP	*0.956*	*0.953*
SV	*1.053*	*1.053*
VT	*1.049*	*1.049*

surtos de manobra (gape de 3 m)		
sigla	*FCA50% (pu) como em [7]*	*FCA50% (pu) médias anuais*
BE	*1.041*	*1.040*
BH	*0.962*	*0.963*
BR	*0.932*	*0.932*
CG	*0.987*	*0.988*
CT	*0.948*	*0.949*
CV	*1.034*	*1.033*
FL	*1.023*	*1.023*
FZ	*1.035*	*1.034*
GL	*1.030*	*1.029*
KP	*0.967*	*0.969*
MN	*1.039*	*1.038*
MO	*1.028*	*1.027*
NT	*1.032*	*1.031*
PA	*1.015*	*1.016*
RF	*1.035*	*1.034*
RJ	*1.028*	*1.028*
SL	*1.039*	*1.038*
SP	*0.960*	*0.961*
SV	*1.035*	*1.034*
VT	*1.033*	*1.032*

As diferenças verificadas nos três casos indicam que as médias podem ser aproximadas usando-se valores médios das variáveis indiretas (t_{med}, p_{med} e u_{abs}), em vez de se adotar ou exigir um cálculo bem mais requintado e trabalhoso, tal como é o de bancos de dados horários durante 10 anos, com todas as variáveis lidas simultaneamente. A simplificação é bastante apreciável, pois nem sempre, ou quase nunca, tais bancos encontram-se disponíveis. Portanto, os dados o INMET, que tem uma bem mais expressiva quantidade de estações (205, em todo o Brasil, por ocasião da elaboração de [1]) são capazes de fornecer valores médios para DRA e FCAs. Observe a Figura 4.2.1 onde a rede do DEPV encontra-se grafada com a sua restrita densidade. Entretanto, o valor médio isolado dessas variáveis (valor 50 %) não é suficientemente seguro para a aplicação em LTs. É preciso associá-los a valores mais conservadores

que levem em conta as incertezas espaciais típicas que estão amiúde vinculados a linhas de transmissão que atravessam variados micro e macro climas.

4.2 Os desvios padrão da DRA e dos FCAs

Os mais recentes Editais da ANEEL, no que se refere à DRA, exigem um valor ao longo da LT que seja garantido 90% do tempo, de forma a minimizar as influências do efeito Corona e suas manifestações (RI, RA, perdas). Portanto, os valores médios devem ser corrigidos pela conhecida fórmula genérica $Var_{90\%} = \mu - 1.28\ \sigma$*, onde Var é uma variável que se encontre estatisticamente em questão e (μ, σ) seus valores médios e desvios padrão respectivos.*

Como as variabilidades temporais da DRA e dos FCAs, medida por σ, não podem ser caracterizadas pelo banco de dados do INMET [1], é preciso que se recorra ao relevante trabalho desenvolvido em [7]. A Figura 4.2.1 apresenta a dispersão pouco densa da rede do DEPV, mas que é atualmente a única fonte para se processar um modelo de transferência espacial para os coeficientes de variação aqui objetivados. Complementando, a Tabela 4.2.1 apresenta os coeficientes de variação[5] da DRA e dos FCA_{60Hz} *e* $FCA_{man.}$

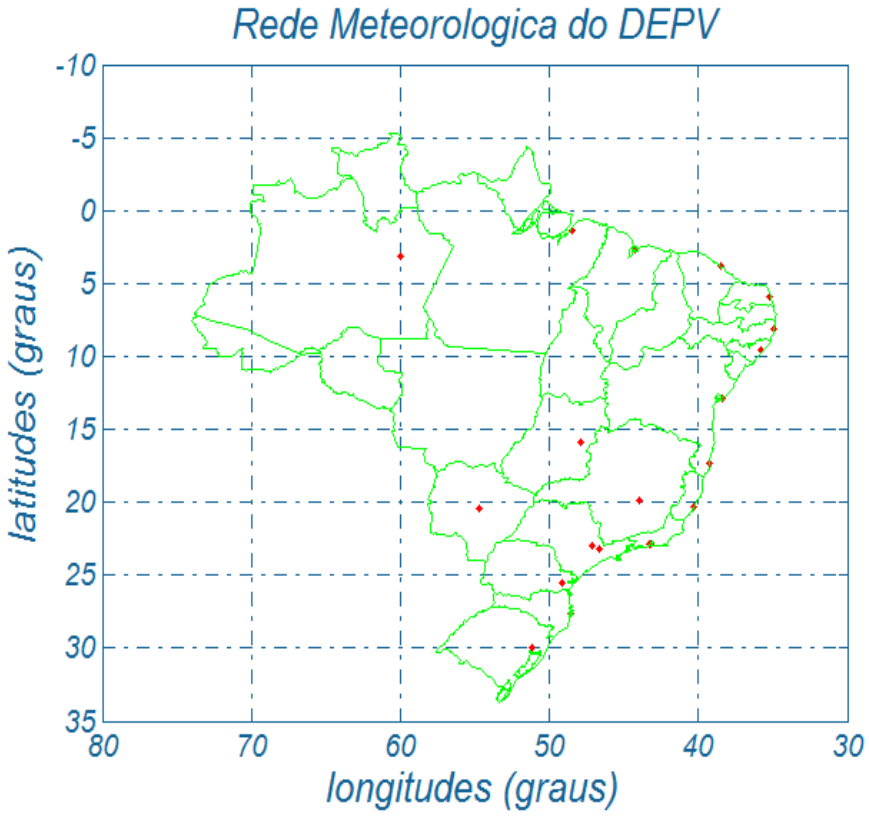


Figura 4.2.1 - Rede do DEPV, com as 20 estações usadas na modelagem de [7]

[5] *coeficiente de variação = CV% = 100 (σ/μ)*

Tabela 4.2.1 - Características geográficas das estações do DEPV e respectivos valores porcentuais dos coeficientes de variação da DRA e dos FCAs

sigla	latitude (º)	altitude (m)	CV_{DRA} (%)	CV_{60Hz} (%)	CV_{man} (%)
BE	1.38	16	1.00	0.68	0.53
BH	19.85	787	1.70	2.70	1.89
BR	15.87	1060	1.50	3.66	2.88
CG	20.47	558	1.70	3.08	2.15
CT	25.52	909	1.90	2.90	1.99
CV	17.28	3	1.30	1.08	0.76
FL	27.67	7	1.90	1.85	1.20
FZ	3.78	24	0.80	0.98	0.75
GL	22.83	9	1.60	1.34	0.92
KP	23.00	661	1.80	3.06	2.17
MN	3.15	83	1.00	0.75	0.59
MO	9.51	116	1.10	1.04	0.78
NT	5.92	49	1.00	0.92	0.69
PA	30.00	20	2.40	1.95	1.27
RF	8.13	10	0.80	0.81	0.59
RJ	22.92	5	1.40	1.42	0.98
SL	2.72	53	0.90	0.71	0.57
SP	23.17	805	1.60	2.70	1.89
SV	12.90	6	1.00	0.97	0.69
VT	20.30	60	1.50	1.20	0.83

Com as informações acima, as seguintes equações de correlação linear múltipla podem ser inferidas objetivando a transferência espacial dos coeficientes de variação citados ou, respectivamente:

$$CV_{DRA} = 0.7160 + 41.32\ latitude/1000 + 0.3268\ altitude/1000$$
$$CV_{FCA60Hz} = 0.6050 + 39.28\ latitude/1000 + 1.5640\ altitude/1000$$
$$CV_{FCAman} = 0.7790 + 15.61\ latitude/1000 + 0.8388\ altitude/1000$$

CV_{DRA} *coeficiente de variação da distribuição da DRA (%)*
$CV_{FCA60Hz}$ *coeficiente de variação dos valores de FCAs para 60 Hz*[6] *(%)*
CV_{FCAman} *coeficiente de variação dos FCAs para surtos de manobra*[7] *(%)*

[6] *Essa mesma equação será mantida para tensões CC. Tais CVs são suficientemente baixos para garantir a validade dessa analogia, acrescido à semelhança entre as modelagens matemáticas das tensões em 60 Hz e contínua. Veja também o item 5.2.*
[7] *Essa mesma equação será mantida para os surtos atmosféricos, pelos mesmos motivos acima.*

5 Representação gráfica e mapeamento das variáveis

As variáveis ambientais aqui abordadas correlacionam-se bem com a latitude e a altitude e serão, portanto, representadas pelas equações de regressão:

$$variável = a_0 + a_1\ latitude + a_2\ altitude,$$

onde a latitude é dada em graus e altitude em km.

A Tabela 5.1 indica os coeficientes definidos por correlação linear múltipla e os valores dos respectivos erros médios quadráticos (emq) atestam a qualidade da aderência entre valores reais e modelados.

Tabela 5.1 - Coeficientes das equações de regressão linear múltipla

variável	coeficiente a_0	coeficiente a_1	coeficiente a_2	emq
temp média	2.817E+01	-2.480E-01	-3.813E+00	1.335E+00
temp min anual	2.393E+01	-2.411E-01	-4.692E+00	1.176E+00
temp min inverno	2.319E+01	-3.824E-01	-5.217E+00	1.504E+00
temp min abs	1.959E+01	-6.624E-01	-6.417E+00	3.268E+00
temp max anual	3.361E+01	-2.386E-01	-2.936E+00	1.875E+00
temp max verão	3.495E+01	-1.423E-01	-3.660E+00	1.861E+00
temp max abs	4.090E+01	-3.000E-02	-2.028E+00	2.050E+00
pressão	1.013E+03	1.404E-01	-1.250E+02	1.761E+01
umidade absoluta	2.046E+01	-1.934E-01	-4.523E+00	1.266E+00
umidade relativa	7.533E+01	1.372E-01	-5.806E+00	7.085E+00
$DRA_{50\ \%}$	9.704E-01	9.057E-04	-9.624E-02	6.253E-03
$DRA_{90\ \%}$	9.613E-01	3.838E-04	-9.817E-02	6.146E-03
$FCA_{60\text{-}50\ \%}$	1.063E+00	-9.426E-04	-1.109E-01	1.070E-02
$FCA_{60\text{-}99\ \%}$	1.046E+00	-1.830E-03	-1.414E-01	1.059E-02
$FCA_{man\ 50\%}$	1.040E+00	-6.011E-04	-9.100E-02	8.015E-03
$FCA_{man\ 90\ \%}$	1.029E+00	-7.923E-04	-9.979E-02	7.865E-03
$FCA_{atm\ 50\ \%}$	1.068E+00	-1.123E-03	-1.309E-01	1.387E-02
$FCA_{atm\ 90\ \%}$	1.057E+00	-1.305E-03	-1.392E-01	1.376E-02
tempo - ruim (RI)	**Veja o item 5.3.4, para esclarecimentos**			

Os perfis das variáveis ambientais deste relatório foram produzidos por meio das equações acima.

5.1 Densidades relativas do ar e "nível de tempo - ruim"

Textualmente, os editais de Linhas de Transmissão da ANEEL exigem que (sic):

(a) Corona visual

A linha de transmissão, com seus cabos e acessórios, bem como as ferragens das cadeias de isoladores, não deve apresentar corona visual em 90% do tempo para as condições atmosféricas predominantes na região atravessada pela linha de transmissão aérea.

O $DRA_{90\%}$ corresponde a um maior rigor na aplicação do DRA, particularmente quando da sua utilização nas avaliações do efeito corona e suas manifestações em LTs, através da relação:

$$DRA_{90\%} = DRA_{médio} - 1{,}28\ \sigma_{DRA}$$

onde o valor de σ_{DRA} já foi discutido e modelado tal como descrito em 4.2.

Ainda diretamente vinculado ao efeito Corona e suas manifestações, o Anexo 6 apresenta uma quantificação para o percentual de "tempo - ruim", a ser aplicado na determinação dos níveis de rádio interferência ao longo de "todo o tempo", tal como requer a metodologia de [8, Red Book]. Os resultados fundamentam-se na precipitação pluviométrica anual registrada nas estações do INMET e que serve de medição para variabilidade espacial do tempo ruim sobre o território brasileiro. Para a inferência do % de tempo ruim, foi adotada uma média anual de 1,5 mm/h quando da precipitação pluviométrica média anual registrada nas estações do INMET. Tal consideração de 1.5 mm/h é certamente subjetiva, mas é mais realista do que se adotarem os padrões climáticos constantes de [8] como típicos do Brasil.

5.2 Fatores de Correção Atmosféricos

Os fatores de correção atmosféricos são definidos através de uma relação entre os fatores de correção da densidade relativa do ar (k_1) e da umidade absoluta (k_2), como segue e detalhadamente descrito em [7].

$$FCA = k_1 \,.\, k_2$$

$k_1 = \delta^m$ - *fator de correção para a densidade relativa do ar, veja Figura 1.2 do Anexo 1*

$k_2 = k^w$ - *fator de correção para a umidade absoluta do ar, veja Figura 1.3 do Anexo 1*

Para o caso de 60 Hz recomenda-se a utilização do valor referido a 99% pois as tensões dessa natureza devem ser suportadas em quaisquer condições atmosféricas, de forma que a qualidade de suprimento energético seja assegurada.
Para sobretensões de manobra ou atmosféricas, que correspondem a solicitações de ocorrência mais infreqüente, o valor médio do FCA ($FCA^{médio}_{man}$ *- manobra, ou* $FCA^{médio}_{atm}$ *- atmosférico) pode ser adotado, mas recomenda-se o valor de 90% que é mais conservador, pois que há erros de avaliação que decorrem da variabilidade espacial dessa variável, além das simplificações descritas no Anexo 1, que se enquadram bem para o caso de LTs e não a objetos d dimensões reduzidas.*

As formulações para os FCAs acima valem para distâncias em ar de 1 a 5 m, com dispersão em torno da média de 1,3% para 60 Hz e 1,7% para impulsos. Para os casos de distâncias superiores a 5 m, os valores de FCA tendem para o valor de 1.0, indicando que para gapes mais longos, o FCA não mais depende das condições atmosféricas. Como os casos mais severos são aqueles em que o FCA < 1.0, nenhuma correção será aqui recomendada, pois os resultados encontram-se a favor da segurança.

5.3 Umidades absolutas

A umidade absoluta, que é relevante para as determinações dos FCAs, pode ser modelada através da equação que segue:

5.3.1 Cálculo dos pontos de orvalho e de gelo

Inicialmente, são determinados os pontos de orvalho e de gelo, para as temperaturas ambientes em questão (bulbo seco):

$$T_d = \frac{237.3\left[\frac{ln(RH/100)}{17.270} + \frac{T}{237.3+T}\right]}{1-\left[\frac{ln(RH/100)}{17.270} + \frac{T}{237.3+T}\right]} \qquad T_i = \frac{265.5\left[\frac{ln(RH/100)}{21.875} + \frac{T}{265.5+T}\right]}{1-\left[\frac{ln(RH/100)}{21.875} + \frac{T}{265.5+T}\right]}$$

RH — *é a umidade relativa (%),*
Td e Ti — *são os pontos de orvalho e de gelo (ºK), respectivamente,*
T — *temperatura de bulbo seco do ambiente (ºK).*

5.3.2 Cálculo das pressões de vapor

As pressões de vapor saturado correspondentes aos pontos de orvalho (e_d) e de gelo (e_i) são dadas pelas fórmulas seguintes:

$$e_d = 0.6108\, exp[\frac{17.27\, T_d}{T_d + 237.3}] \quad e_i = 0.6108\, exp[\frac{21.875\, T_i}{T_i + 265.5}]$$

5.3.3 Cálculo das umidades absolutas

E finalmente, as umidades absolutas em g/m^3 (u_{abs}) ou são calculadas como segue, onde se assume os valores de e_d ou de e_i:

$$u_{abs} = \frac{2165\, e}{T + 273.16}$$

5.3.4 O cálculo do percentual de tempo-ruim

Coerentemente com a realidade climática brasileira, a intensidade da precipitação pluvial constitui-se no principal e mais direto meio de se avaliar o assim chamado "percentual de tempo–ruim", tal como as atuais abordagens envolvendo a intensidade de rádio interferência (RI) ao longo das LTs sugere.

Nesse aspecto, a Figura 5.3.4.1 apresenta o mapeamento dos níveis de precipitação acumulados (metros de chuva / ano) nas estações do INMET.

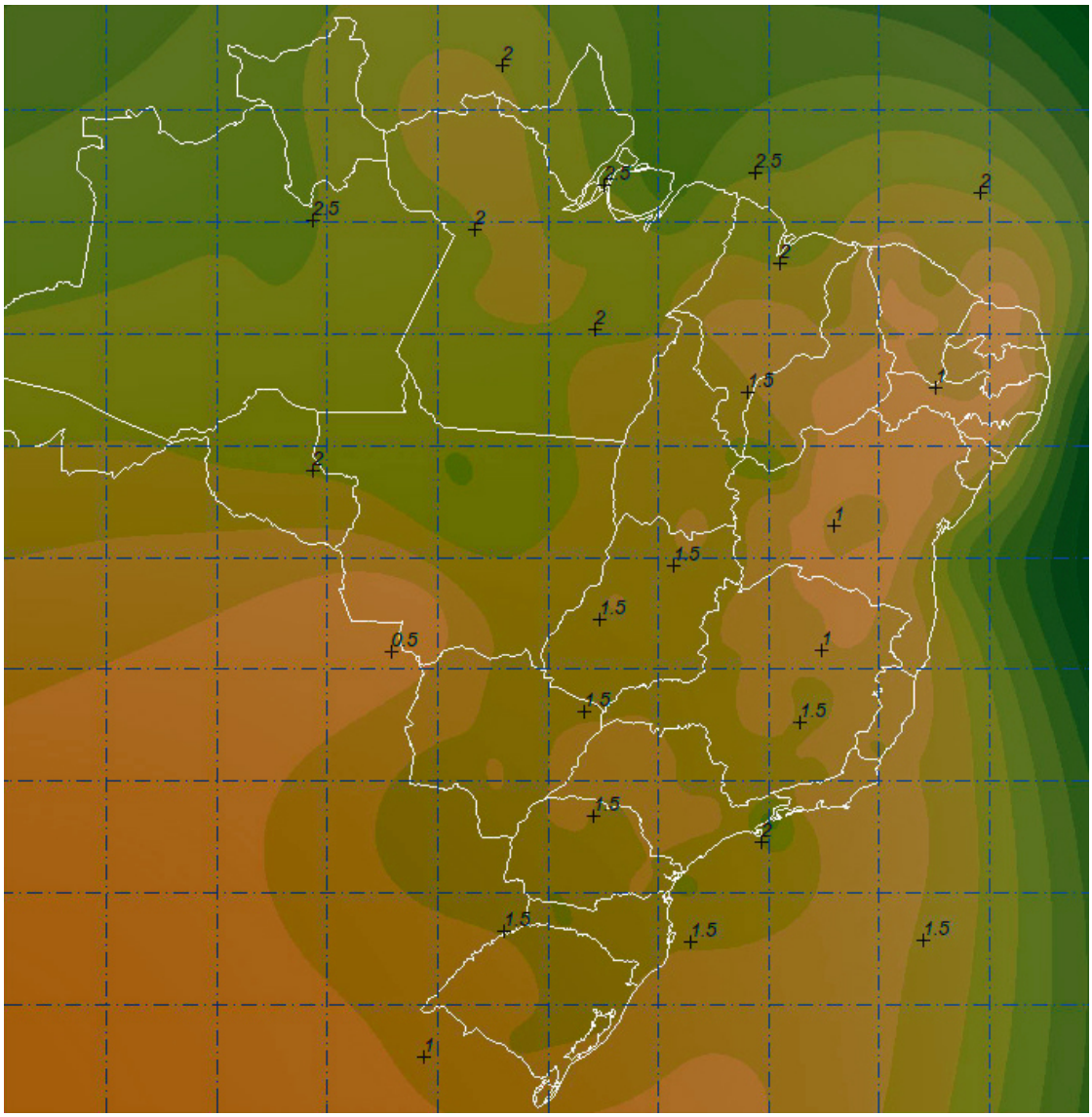


Figura 5.3.4.1 – Precipitação média acumulada anualmente, em metros de chuva/ano, nas diversas regiões brasileiras (Normais Climatológicas – INMET)

Pode-se, de imediato, constatar que a variabilidade espacial do fenômeno em questão é erraticamente bem dispersa, influenciada que é por microclimas. A simples associação com as latitudes e as altitudes não é a melhor forma de modelar a variável - mesmo que tenha sido usada em recentes estudos - o que requer uma reavaliação nos procedimentos habitualmente em curso.

Além disso, não basta a análise da precipitação acumulada como única forma de se definir "o percentual de tempo-ruim". É preciso que se defina por quanto tempo ao longo do ano o denominado "tempo-ruim" se verifica de forma que o "valor de RI em 50% do tempo-todo" possa ser calculado com uma aproximação aceitável.

A questão ora em análise torna-se, então ... por quantas horas no ano as precipitações anuais indicadas na Figura 5.4.3.1 se processam, na média.

A literatura convencional estipula que as taxas de precipitação (mm/h) podem ser classificadas da seguinte forma.

- *Chuva fraca: quando a taxa é inferior a 5 milímetros por hora (mm/h);*
- *Chuva moderada: quando taxa está entre 5 e 25 mm/h;*
- *Chuva forte: quando taxa está entre 25 e 50 mm/h;*
- *Chuva muito forte: quando taxa é igual ou superior a 50 mm/h.*

Como chuvas fortes e muito fortes são as mais raras, admitamos uma taxa de precipitação conservadora de 5 mm/h, para o cálculo também conservador do percentual de tempo ruim.

Aliás, os níveis de RI gerados por uma LT saturam-se com taxas de precipitação muito elevadas, pois a quantidade de gotas de chuva que podem ser acumuladas na parte inferior dos condutores aéreos tem um limite físico limitado.

Dentro dessas premissas conservadoras, a Figura 5.3.4.2 ilustra os valores percentuais de tempo-ruim sugeridos para o Brasi, nesse particular estudo. Tais valores contêm margem de segurança para compensar o tempo de "condutor molhado" que é mais incerto ainda do que as demais variáveis aqui consideradas, mas é uma condição que produz ruído.

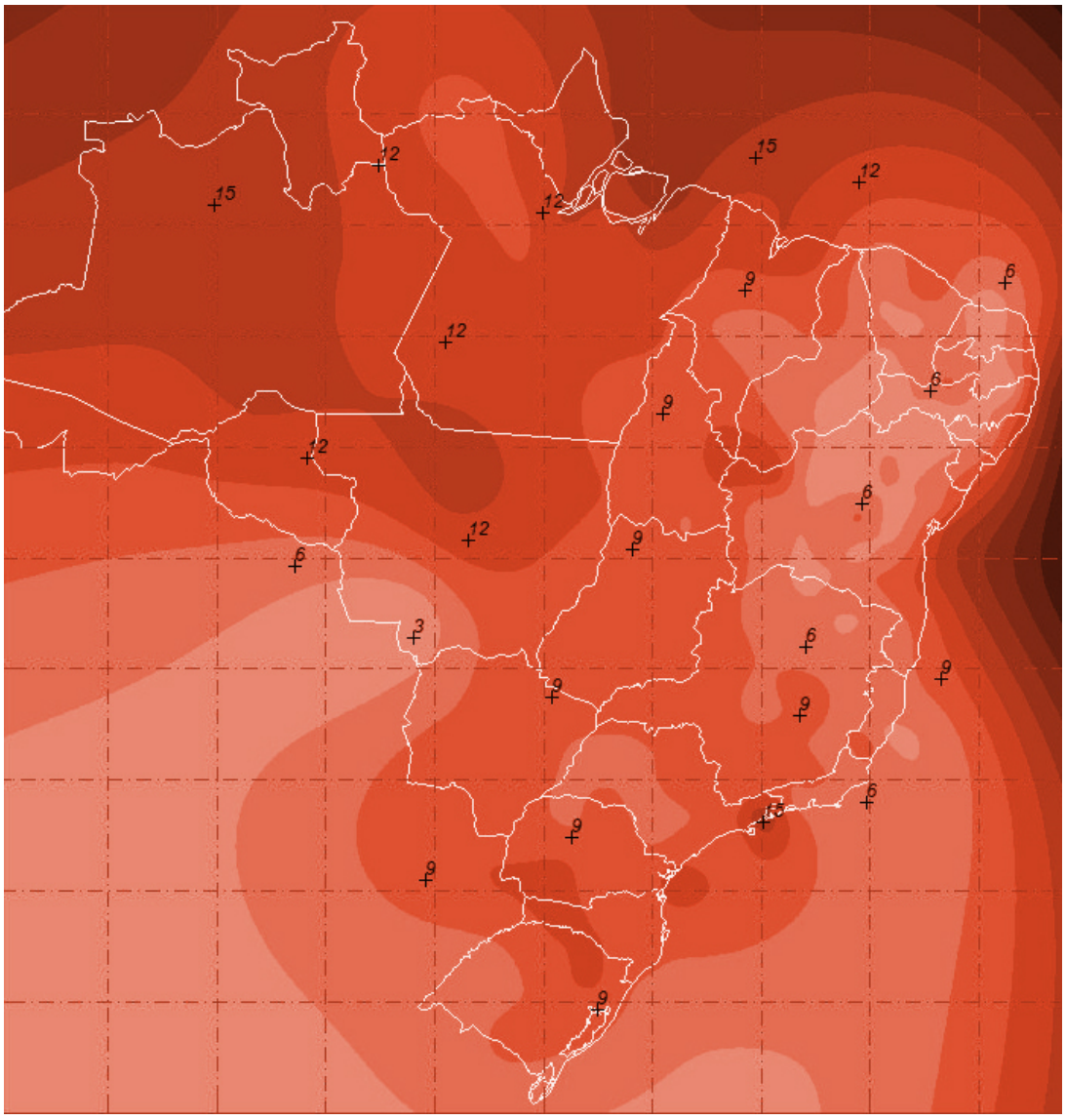


Figura 5.3.4.2 – Valores percentuais prospectivos de tempo-ruim para o Brasil

O mapa de isolinhas acima pode ser usado como referência na definição dos porcentuais de tempo-ruim no Brasil. Outros, até melhores do que estes, podem ser modelados e oferecidos ao uso, e que certamente refletirão valores mais realistas do que aqueles que o "Red Book[8]" infere como adequados aos Estados Unidos da América.

Vale ainda trazer à discussão que a influência do percentual de tempo ruim na determinação do valor de RI 50% do tempo todo é bastante modesta. Como demonstração do aforismo acima, observem-se as figuras que seguem, onde os valores

[8] *Transmission Line Reference Book – 345 kV and above – Second Edition – Electric Power Research Institute*

de RI 50% do tempo todo são apresentados num caso típico de 500 kV, e para porcentuais de tempo ruim teóricos de 13 e 7%.

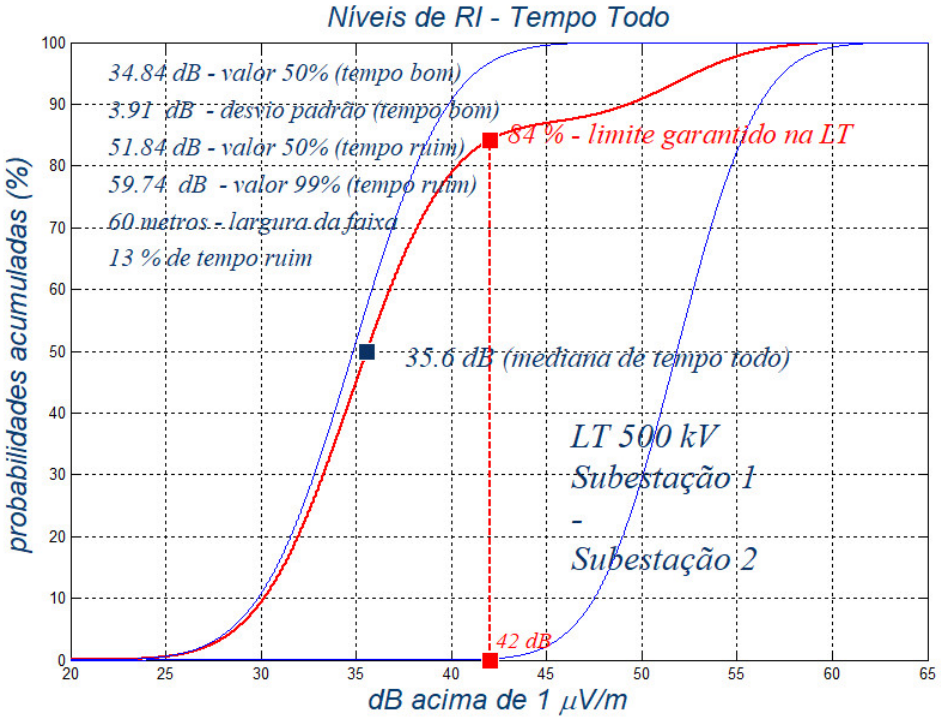


Figura 5.4.3.3 – Mediana do tempo todo, para 13% de tempo ruim

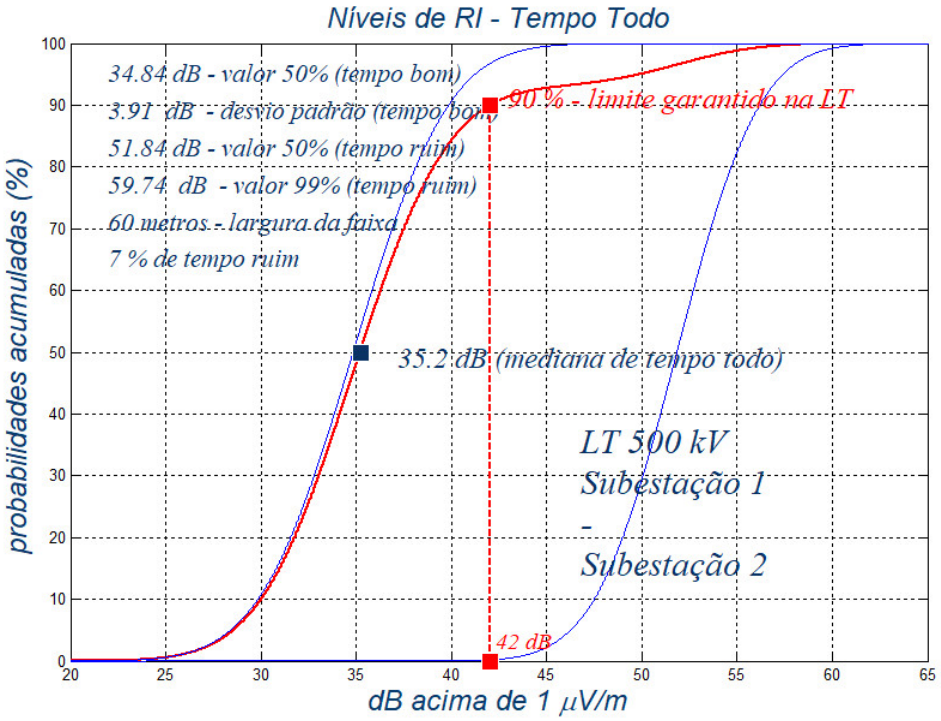


Figura 5.4.3.4 – Mediana do tempo todo, para 7% de tempo ruim

A diferença entre extremos é de cerca de 0.5 dB acima de 1 µV/m, o que vem a corroborar a pequena influência do porcentual de tempo ruim no cálculo do "RI o tempo todo", dentro da realidade climática brasileira e correspondente ao seu posicionamento tropical no globo terrestre. Não se pretende que as conclusões aqui identificadas sejam extrapoladas a outras regiões ou países.

Vale lembrar ainda que o erro nas avaliações da correção pela resistividade do terreno em geral é da ordem de 4-5 dB, sem que medições específicas sejam feitas.

Assim sendo, não se descartar que uma simplificação na avaliação da variabilidade espacial do porcentual de tempo ruim possa ser considerada, com o objetivo permanente de não se complicar o que complicado não é.

A Figura 5.4.3.5 representa essa tentativa de se padronizar (ou de sugerir) os "tempos ruins" com certa e necessária margem de segurança.

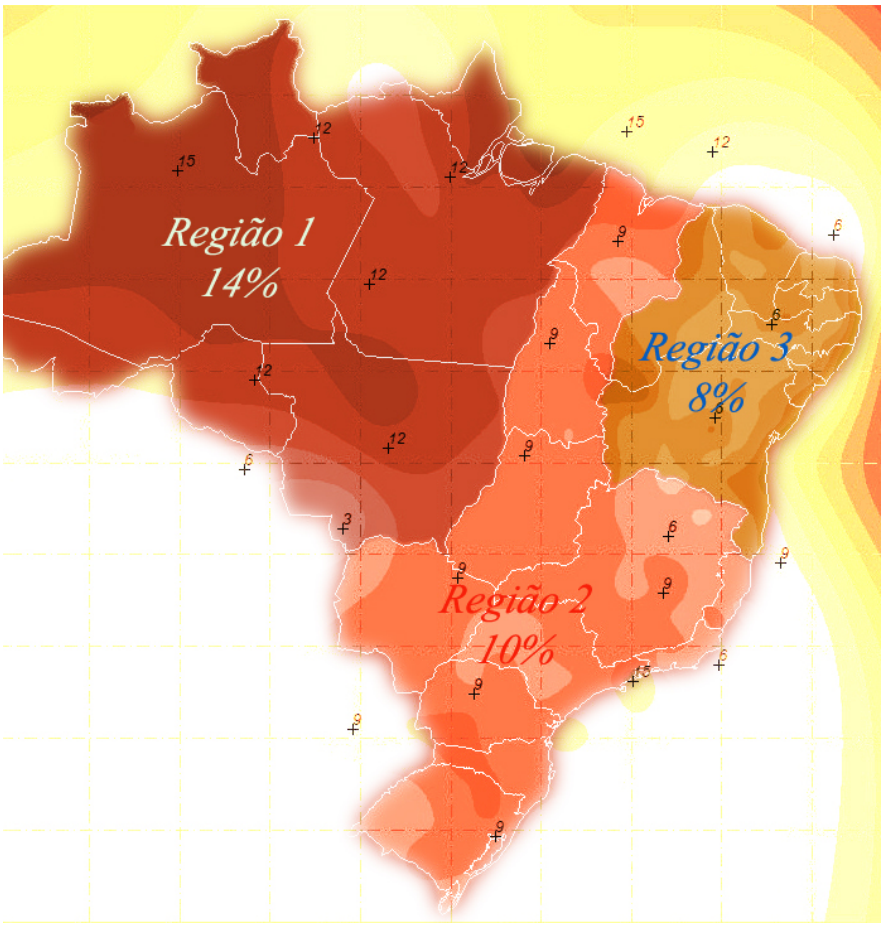


Figura 5.4.3.5 – Sugestão para os valores porcentuais de tempo ruim para o Brasil, função da precipitação anual média (mm/h)

6 Conclusões e recomendações

Os mapas constantes deste relatório oferecem ao projetista de LTs recursos ora disponíveis para uma escolha paramétrica tecnicamente justificável no que se refere aos elementos climáticos aqui avaliados estatisticamente. De uma forma geral, os parâmetros recomendados são conservadores e visam garantir um desempenho superior ao mínimo exigido. Com uma importância de destaque, encontra-se a densidade relativa do ar, caracterizada pelo seu valor médio e $DRA_{90\%}$, que é o valor excedido 90% do tempo, garantindo o que é exigido nos editais da ANEEL. Somente com os mapeamentos exclusivos das médias e dos desvios da DRA, não se torna imediata a identificação do local onde as condições do DRA são as mais adversas, pois a média mínima não coincide, necessariamente, com o máximo desvio padrão da DRA. Assim sendo, para facilidade de interpretação e escolha, foram traçadas as isolinhas do Anexo 6 que apresenta os valores de $DRA_{médio}$ e de $DRA_{90\%}$, através da relação $DRA_{90\%} = DRA_{médio}$ - 1,28 desvios-padrão. Os mesmos conceitos se aplicam aos fatores de correção atmosféricos aqui sugeridos ($FCA^{99\%}_{60Hz}$, $FCA^{90\%}_{man}$ e $FCA^{90\%}_{atm}$), muito embora a sua utilização ainda não esteja regulamentada e nem mesmo exigida, embora correspondam à prática segura de escolha paramétrica.

Vale ainda sublinhar que FCAs acima de 1.00 pu são típicos de regiões com elevada umidade absoluta, tal como é o caso da região amazônica e do planalto no centro-oeste. No entanto, com a descontrolada continuidade de queimadas e desmatamentos, que vêm ocorrendo há décadas, a tendência é de que os valores de FCA venham se reduzindo com o tempo. O alerta serve para que valores de FCA acima de 1.00 pu sejam usados com certa reserva, a critério do projetista. Os valores indicados na Tabela 6.1 já seguem esse viés no sentido da segurança.

A Tabela seguinte apresenta um resumo das leituras nas Figuras dos Anexos 3 a 7:

Tabela 6.1 - Resumo das recomendações numéricas para os elementos climáticos objeto deste estudo.

Parâmetros climáticos	Jaíba Janaúba	Janaúba Capelinha	Capelinha GValadares	Janaúba6 Janaúba3	J Neiva Viana 2	Viana 2 Viana
altitude média - (m)	530	870	500	600	350	100
temp média anual – (^{O}C)	22	21	22	22	22	23
temp mín 50% anual (^{O}C)	17	15	15	17	17	19
temp mín 50% inverno (^{O}C)	14	11	11	14	12	15
temp mín absoluta (^{O}C)	5	1	1	5	2	5
temp máx 50% anual (^{O}C)	28	28	28	28	28	29
temp máx 50% verão (^{O}C)	31	31	32	31	31	32
temp máx absoluta (^{O}C)	39	39	39	39	40	40
temp sazonal vd (^{O}C)[9]	33	30	29	33	33	33
temp sazonal vn (^{O}C)	22	22	23	22	25	25
temp sazonal id - (^{O}C)	32	29	30	32	30	29
temp sazonal in (^{O}C)	20	19	20	19	21	21
pressão média (mbar)	950	915	950	950	970	1010
DRA 50% – (pu)	0.93	0.89	0.90	0.93	0.93	0.98
DRA 90% – (pu)	0.91	0.87	0.88	0.91	0.91	0.96
$FCA_{60\ Hz}$ 50% – (pu)	0.98	0.94	0.96	0.98	0.98	1.04
$FCA_{60\ Hz}$ 99% – (pu)	0.94	0.88	0.90	0.94	0.93	1.00
FCA_{man}50% – (pu)	0.98	0.94	0.95	0.98	0.98	1.02
FCA_{man} 90% – (pu)	0.96	0.92	0.93	0.96	0.96	1.00
FCA_{atm}50% – (pu)	0.98	0.92	0.94	0.98	0.97	1.04
FCA_{atm} 90% – (pu)	0.96	0.90	0.92	0.96	0.95	1.02
umi rel (U_{rel}) – (%)	74	73	75	74	76	78
umi abs (U_{abs}) - (g/m^3)	15	13	15	14	15	16
tempo ruim - (%)	10	10	10	10	10	10

[9] *Essas temperaturas sazonais foram lidas dos mapas do ONS, a seguir.*

Notas:

1 *As temperaturas mínimas (média anual e no inverno) são usadas indistintamente pelos vários consultores, dependendo da segurança.*

2 *O mesmo se aplica para as temperaturas máximas (média anual e no verão)*

3 *O $DRA_{90\%}$ deve ser usado em atendimento à exigência da ANEEL*

4 *O $FCA_{60Hz,99\%}$ deve ser usado*

5 *Quanto aos demais valores de FCAs para surtos de manobra e impulsos atmosféricos, não há exigências por parte da ANEEL quanto à utilização dos valores 50% ou 90%. O valor 90% é evidentemente mais rigoroso.*

6 *É aconselhável que valores quaisquer de FCAs superiores a 1.0 pu sejam usados com cuidado extra. As queimadas e desmatamentos que ocorrem freqüentemente neste país tendem a baixar a umidade absoluta ambiental e, em conseqüência direta, provocam redução dos FCAs.*

7 Comentários finais

As recomendações relativas à quantificação de elementos climáticos constantes deste relatório seguem as orientações e cálculos apresentados basicamente pelas referências [2, 3, 4, 6, 7 e 8], enquanto que as bases de dados provêm de [1, 2 e 7].
Vale sempre lembrar que [2 e 7] contêm sínteses metodológicas pioneiras que permitiram uma avaliação estatística mais aprofundada quanto a determinados fenômenos, notadamente no que se refere aos percentis da densidade relativa do ar e dos variados fatores de correção atmosféricos aqui considerados, através de modelos objetivando a determinação dos seus respectivos desvios-padrão. Além disso, há que se dar a devida ênfase ao que [3] declara a respeito dos FCAs sempre que o fator U_{abs} / DRA excede 15 g/m^3 (sic):

> *Para valores de U_{abs} / DRA acima de 15 g/m^3, o valor do parâmetro k pode chegar a (- 15%), veja também a Figura 1.1*

Tal observação tem influência expressiva sobre os resultados de cálculo, na medida em que valores acima de 15 g/m^3 são frequentemente encontrados no Brasil[10].

8 Referências

1 *INMET – Instituto Nacional de Meteorologia – "Normais climatológicas" (1961-1990).*
2 *Andrade, V. H. G et ali – Dados meteorológicos e parâmetros correlatos que influenciam os isolamentos em ar – Estatística de valores, VII SNPTEE.*
3 *IEC 60-1 - High Voltage Test Techniques - Part 1: General definitions and test requirements, 2010.*
4 *Menezes Jr A. A., Silva Filho J. I. - Transferência espacial de informações meteorológicas - Modelos matemáticos. Relatório Técnico CEPEL/1983*
5 *IEC 60826 - Overhead Transmission Line Design Criteria*
6 *NBR 5422 - Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica, Procedimentos, 1985.*
7 *Azevedo, R. M., Silva Filho, J. I. Andrade, V. H. G., - Fatores de correção atmosféricos aplicados ao dimensionamento de isolamentos em ar - Nova metodologia de cálculo, XVII SNPTEE, 2003*
8 *Transmission Line Reference Book, 345 kV and Above, Electric Power Research Institute, Palo Alto*

[10] *veja os valores típicos em [2 e 8].*

Anexo 1 Dados para determinação espacial da DRA e dos FCAs

Este Anexo objetiva apresentar parte dos resultados constantes de [7], que constituem a base das recomendações constantes deste relatório. As Tabelas 1.1, 1.2 e 1.3 ilustram os valores básicos para as correlações dos valores de DRAs (ou δ) e FCAs.

Tabela 1.1 - Resultados do processamento e dados provenientes do DEPV

estação	longitude (graus)	latitude (graus)	altitude (m)	h (g/m^3)		δ (pu)		h/δ (g/m^3)	
				média	desvio	média	desvio	média	desvio
BE - Belém	48,48	1,38	16	21,10	1,37	0,976	0,010	21,628	1,515
BH - B. Horiz.	43,95	19,85	787	13,64	2,66	0,913	0,017	14,985	3,061
BR - Brasília	47,92	15,87	1060	12,92	2,78	0,883	0,015	14,646	3,227
CG - C. Grande	54,67	20,47	558	15,72	3,59	0,927	0,017	17,008	4,054
CT - Curitiba	49,18	25,52	909	11,92	2,93	0,913	0,019	13,107	3,399
CV - Caravelas	39,25	17,28	3	18,43	2,22	0,987	0,013	18,688	2,410
FL - Florian.	48,55	27,67	7	15,00	3,58	1,001	0,019	15,051	3,817
FZ - Fortaleza	38,53	3,78	24	19,77	1,47	0,975	0,008	20,292	1,520
GL - Galeão	43,25	22,83	9	17,36	2,73	0,990	0,016	17,567	2,965
KP - Campinas	47,13	23,00	661	13,15	2,91	0,926	0,018	14,246	3,284
MN - Manaus	59,98	3,15	83	21,22	1,26	0,968	0,010	21,938	1,381
MO - Maceió	35,78	9,51	116	18,45	1,63	0,973	0,011	18,969	1,764
NT - Natal	35,25	5,92	49	19,02	1,52	0,975	0,010	19,521	1,637
PA - P. Alegre	11,18	30,00	20	13,38	3,65	1,004	0,024	13,412	3,893
RF - Recife	34,92	8,13	10	19,39	1,48	0,980	0,008	19,793	1,584
RJ - S. Dumont	43,15	22,92	5	16,94	2,67	0,991	0,014	17,118	2,865
SL - São Luiz	44,25	2,72	53	20,94	1,10	0,971	0,009	21,578	1,171
SP - São Paulo	46,65	23,17	805	12,87	2,62	0,918	0,016	14,058	3,005
SV - Salvador	38,35	12,90	6	19,12	1,95	0,983	0,010	19,474	2,110
VT - Vitória	40,30	20,30	60	17,92	2,59	0,991	0,015	18,123	2,823

Tabela 1.2 - Média $\bar{x}$ e coeficiente de variação cv da série horária do FCA_{60Hz}, em 10 anos, função do comprimento do gape (d)

local	d = 1 m		d = 3 m		d = 5 m	
	$\bar{x}$ (pu)	cv (%)	$\bar{x}$ (pu)	cv (%)	$\bar{x}$ (pu)	cv (%)
BE	1,091	0,96	1,062	0,68	1,041	0,45
BH	0,956	2,74	0,960	2,70	0,973	1,83
BR	0,922	3,37	0,925	3,66	0,947	2,77
CG	0,993	3,66	0,992	3,08	0,994	2,08
CT	0,936	2,69	0,939	2,90	0,959	2,03
CV	1,074	1,60	1,050	1,08	1,033	0,72
FL	1,047	2,72	1,033	1,85	1,022	1,24
FZ	1,079	1,43	1,053	0,98	1,035	0,65
GL	1,066	2,01	1,045	1,34	1,030	0,89
KP	0,961	3,13	0,965	3,06	0,976	2,10
MN	1,087	1,07	1,059	0,75	1,039	0,50
MO	1,065	1,59	1,044	1,04	1,029	0,69
NT	1,072	1,37	1,049	0,92	1,032	0,61
PA	1,031	2,79	1,022	1,95	1,015	1,31
RF	1,079	1,15	1,053	0,81	1,035	0,53
RJ	1,062	2,13	1,042	1,42	1,028	0,94
SL	1,087	0,99	1,059	0,71	1,039	0,47
SP	0,951	2,65	0,956	2,70	0,970	1,86
SV	1,078	1,42	1,053	0,97	1,035	0,65
VT	1,072	1,79	1,049	1,20	1,032	0,80

Tabela 1.3 - Média e coeficiente de variação da série horária do FCA_{man} , em 10 anos, função do comprimento do gape ($_d$)

local	$_d$ = 1 m		$_d$ = 3 m		$_d$ = 5 m	
	$\bar{x}$ (pu)	cv (%)	$\bar{x}$ (pu)	cv (%)	$\bar{x}$ (pu)	cv (%)
BE	1,075	1,51	1,041	0,53	1,025	0,32
BH	0,936	1,75	0,962	1,89	0,976	1,18
BR	0,902	1,99	0,932	2,88	0,957	1,82
CG	0,968	2,54	0,987	2,15	0,992	1,34
CT	0,925	1,46	0,948	1,99	0,967	1,25
CV	1,056	1,74	1,034	0,76	1,021	0,47
FL	1,036	2,07	1,023	1,2	1,014	0,74
FZ	1,058	1,85	1,035	0,75	1,021	0,46
GL	1,049	1,93	1,030	0,92	1,018	0,56
KP	0,946	2,01	0,967	2,17	0,979	1,36
MN	1,067	1,61	1,039	0,59	1,023	0,36
MO	1,041	1,65	1,028	0,78	1,017	0,48
NT	1,049	1,58	1,032	0,69	1,019	0,42
PA	1,025	1,92	1,015	1,27	1,009	0,78
RF	1,059	1,48	1,035	0,59	1,021	0,36
RJ	1,045	1,95	1,028	0,98	1,017	0,6
SL	1,067	1,57	1,039	0,57	1,023	0,34
SP	0,936	1,57	0,960	1,89	0,975	1,18
SV	1,059	1,66	1,035	0,69	1,021	0,42
VT	1,055	1,83	1,033	0,83	1,020	0,51

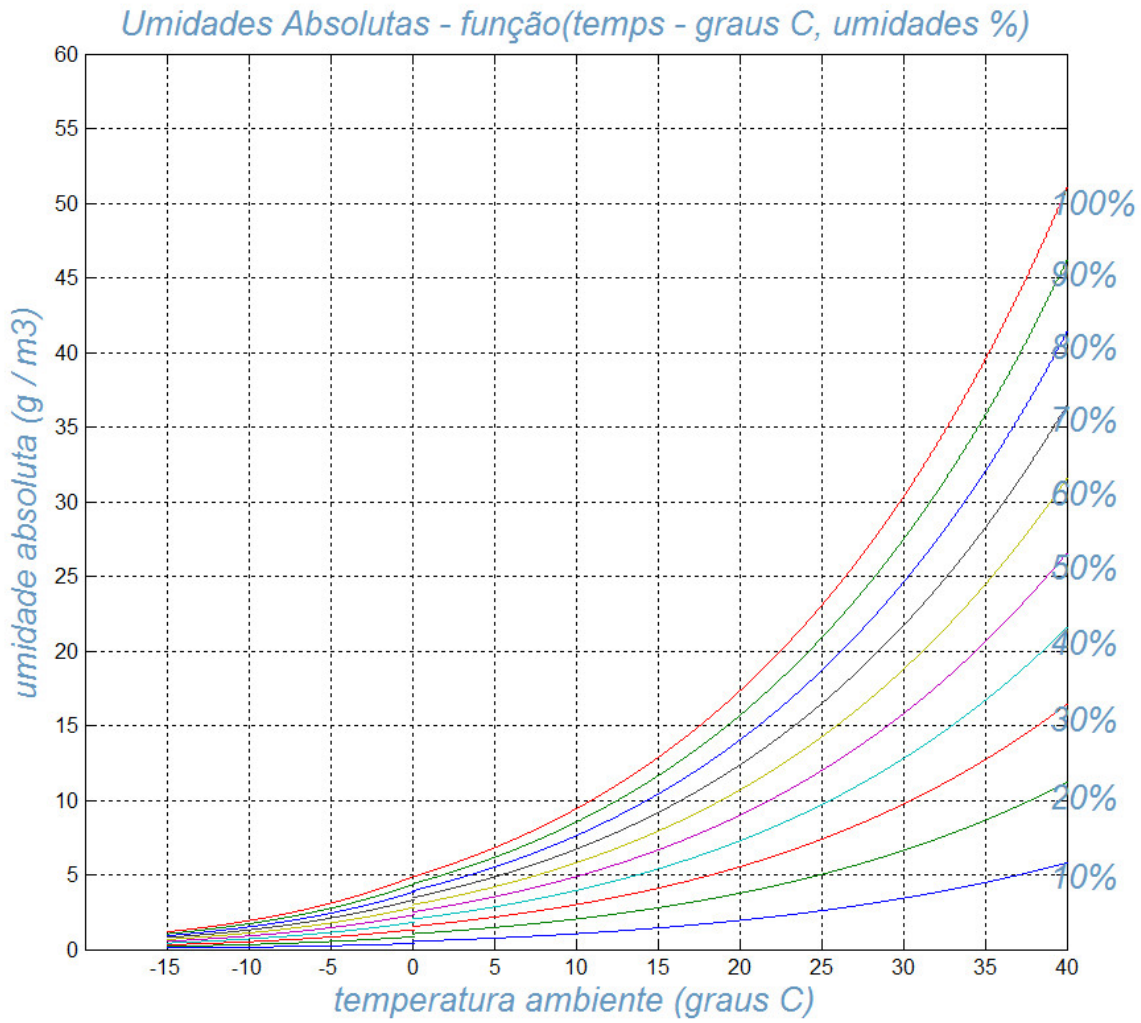


Figura 1.1 - Umidade absoluta do ar em função das leituras dos termômetros de bulbo seco e da umidade absoluta

Uma vez de posse das condições climáticas na região de interesse, ou seja, das temperaturas de bulbo seco e úmido, da pressão atmosférica e da umidade relativa, determinam-se a umidade absoluta respectiva (U_{abs} ou h) e a densidade relativa do ar (DRA ou δ). Da relação entre essas 2 variáveis (h e δ), o coeficiente k é definido pela Figura 1.2, como segue.

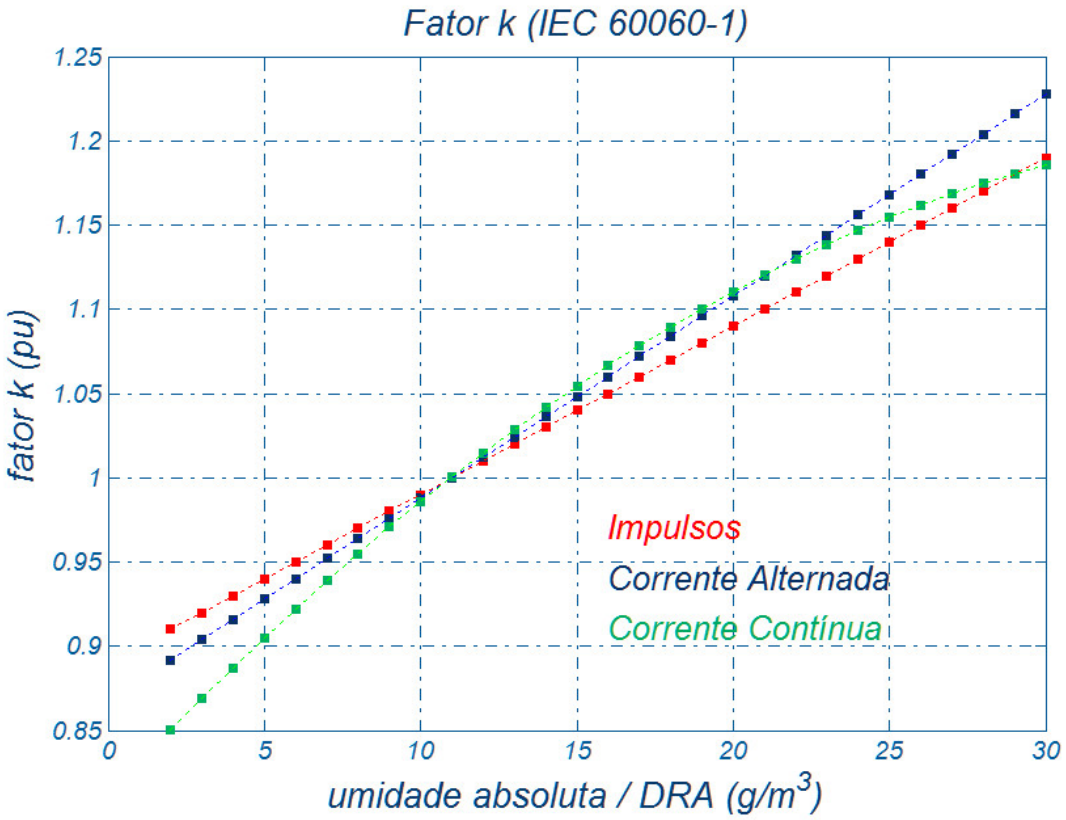


Figura 1.2 - Determinação do fator k em função de h / δ (g / m^3) e do tipo de tensão (60 Hz, impulso ou CC)

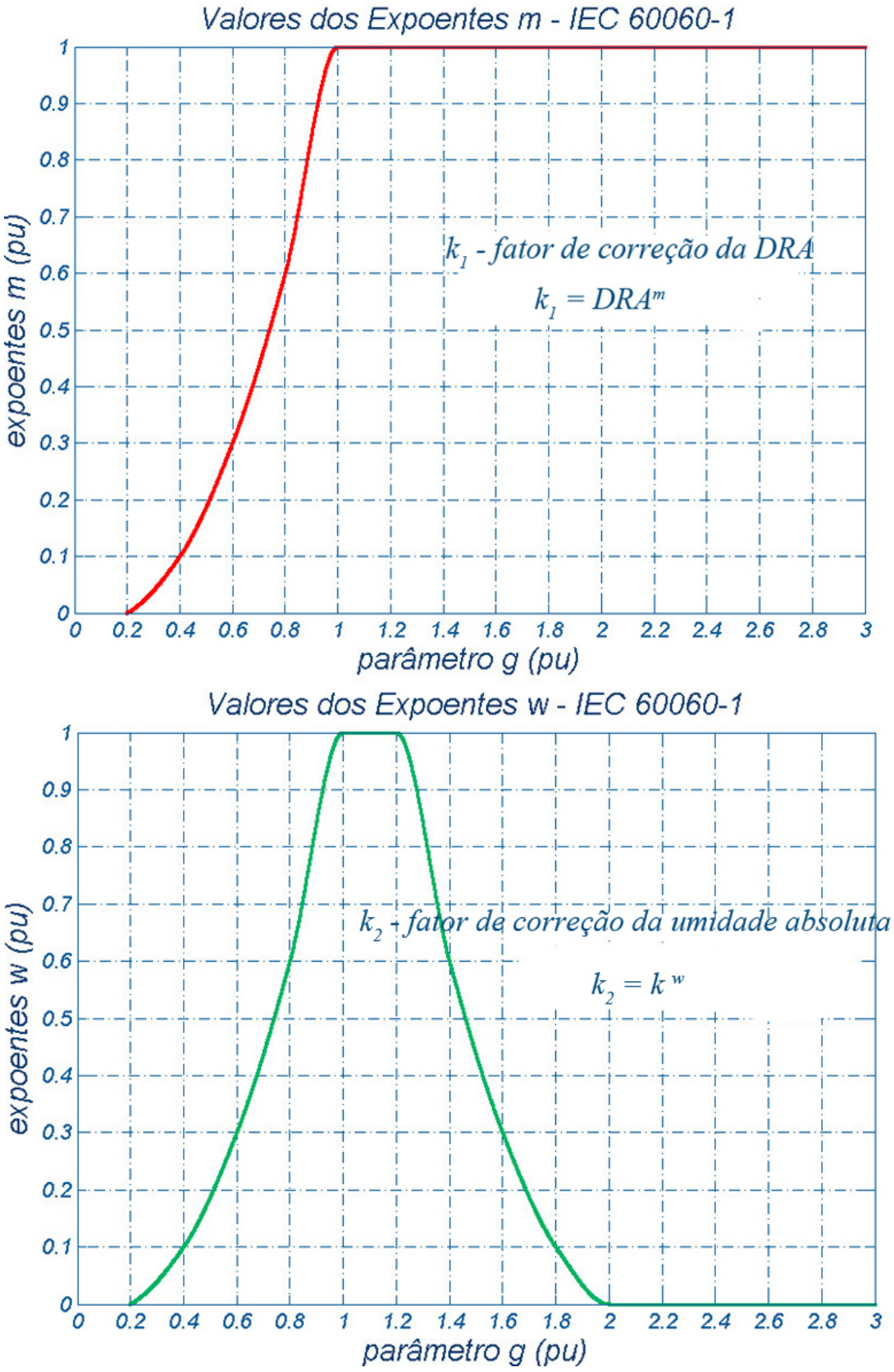


Figura 1.3 - Valores dos expoentes m para a DRA (superior) e w para

a correção da umidade absoluta do ar inferior), em função do parâmetro g

O parâmetro g que determina os expoentes m e w é determinado pela relação

$$g = \frac{U_{50}}{500\, d\, \delta\, k}$$

d - distância do isolamento (ou gape em ar), em metros.

δ - densidade relativa do ar (pu), ou DRA

k - coeficiente obtido da Figura 1.2, acima

U_{50} - valor de crista da tensão disruptiva com 50% de probabilidade de não ser excedido nas reais condições atmosféricas de trabalho, em kV, dado pelas expressões seguintes:

- *tensões de freqüência industrial*

$$U_{50} = 750\sqrt{2} * \ln(1 + 0{,}55 d^{1,2})$$

- *sobretensões de frente lenta ou de manobra*

$$U_{50} = 500 * d^{0,6} * K_g$$

K_g (fator de gape) = 1,3 [11]

- *sobretensões de frente rápida ou atmosféricas, polaridade positiva:*

$$U_{50} = 530 * d$$

Os dados indicados nas Tabelas 1.1 a 1.3 foram determinados com base nas Figuras 1.1 a 1.3 e a metodologia adotada encontra-se detalhadamente descrita em [7 e 8]. Cabe aqui ressaltar que [1, 2, 3, 4 e 8] desempenharam um papel fundamental no equacionamento da DRA e dos FCAs para aplicação sistemática ao longo de linhas de transmissão, haja vista que as normas IEC que cuidam do assunto [3 e 6] foram originalmente desenvolvidas para aplicação em laboratórios de alta tensão.
Os trabalhos citados introduziram simplificações cabíveis que tornaram possível estender os conceitos normativos com fins laboratoriais para aplicações em linhas de transmissão, quando uma visão mais espacial sempre se faz necessária. Ainda com relação aos valores constantes das Tabelas 1.1 a 1.3, algumas considerações de simplificação tornam-se cabíveis, quando se leva em conta que a aplicação primordial, neste estudo, concentra-se em linhas de transmissão aéreas.

Inicialmente, observe-se que a dispersão dos valores dos FCAs em função do comprimento do gape, de 1 a 5 m é pequena, senão desprezível. Verifique nas Tabelas 1.4 a 1.7 a seguir:

[11] *detalhes em [6 e 8]*

Tabela 1.4 - Valores médios de $FCA_{60Hz}^{médio}$ *para d = 1, 3 e 5 m e os erros referidos a 3 m*

cidade	*longitude (graus)*	*latitude (graus)*	*altitude (m)*	$FCA_{60Hz}^{médio}$ *1 m*	$FCA_{60Hz}^{médio}$ *3 m*	$FCA_{60Hz}^{médio}$ *5 m*	$FCA_{60Hz}^{médio}$ *médio*	*erro (±%)*
BE	*48,48*	*1,38*	*16*	*1,091*	*1,062*	*1,041*	*1,065*	*2,35*
BH	*43,95*	*19,85*	*787*	*0,956*	*0,960*	*0,973*	*0,963*	*0,88*
BR	*47,92*	*15,87*	*1060*	*0,922*	*0,925*	*0,947*	*0,931*	*1,34*
CG	*54,67*	*20,47*	*558*	*0,993*	*0,992*	*0,994*	*0,993*	*0,05*
CT	*49,18*	*25,52*	*909*	*0,936*	*0,939*	*0,959*	*0,945*	*1,22*
CV	*39,25*	*17,28*	*3*	*1,074*	*1,050*	*1,033*	*1,052*	*1,95*
FL	*48,55*	*27,67*	*7*	*1,047*	*1,033*	*1,022*	*1,034*	*1,21*
FZ	*38,53*	*3,78*	*24*	*1,079*	*1,053*	*1,035*	*1,056*	*2,08*
GL	*43,25*	*22,83*	*9*	*1,066*	*1,045*	*1,030*	*1,047*	*1,72*
KP	*47,13*	*23,00*	*661*	*0,961*	*0,965*	*0,976*	*0,967*	*0,78*
MN	*59,98*	*3,15*	*83*	*1,087*	*1,059*	*1,039*	*1,062*	*2,26*
MO	*35,78*	*9,51*	*116*	*1,065*	*1,044*	*1,029*	*1,046*	*1,72*
NT	*35,25*	*5,92*	*49*	*1,072*	*1,049*	*1,032*	*1,051*	*1,90*
PA	*11,18*	*30,00*	*20*	*1,031*	*1,022*	*1,015*	*1,023*	*0,78*
RF	*34,92*	*8,13*	*10*	*1,079*	*1,053*	*1,035*	*1,056*	*2,08*
RJ	*43,15*	*22,92*	*5*	*1,062*	*1,042*	*1,028*	*1,044*	*1,63*
SL	*44,25*	*2,72*	*53*	*1,087*	*1,059*	*1,039*	*1,062*	*2,26*
SP	*46,65*	*23,17*	*805*	*0,951*	*0,956*	*0,970*	*0,959*	*0,99*
SV	*38,35*	*12,90*	*6*	*1,078*	*1,053*	*1,035*	*1,055*	*2,04*
VT	*40,30*	*20,30*	*60*	*1,072*	*1,049*	*1,032*	*1,051*	*1,90*

Tabela 1.5 - Valores médios de $FCA_{60Hz}^{99\%}$ *para d = 1, 3 e 5 m e os erros referidos a 3 m*

cidade	*longitude (graus)*	*latitude (graus)*	*altitude (m)*	$FCA_{60Hz}^{99\%}$ *(1 m)*	$FCA_{60Hz}^{99\%}$ *(3 m)*	$FCA_{60Hz}^{99\%}$ *(5 m)*	$FCA_{60Hz}^{99\%}$ *médio*	*erro (±%)*
BE	*48,48*	*1,38*	*16*	*1,067*	*1,045*	*1,030*	*1,05*	*1,74*
BH	*43,95*	*19,85*	*787*	*0,895*	*0,900*	*0,932*	*0,91*	*2,01*
BR	*47,92*	*15,87*	*1060*	*0,850*	*0,846*	*0,886*	*0,86*	*2,11*
CG	*54,67*	*20,47*	*558*	*0,908*	*0,921*	*0,946*	*0,92*	*2,03*
CT	*49,18*	*25,52*	*909*	*0,877*	*0,876*	*0,914*	*0,89*	*2,04*
CV	*39,25*	*17,28*	*3*	*1,034*	*1,024*	*1,016*	*1,02*	*0,89*
FL	*48,55*	*27,67*	*7*	*0,981*	*0,988*	*0,992*	*0,99*	*0,60*
FZ	*38,53*	*3,78*	*24*	*1,043*	*1,029*	*1,019*	*1,03*	*1,15*
GL	*43,25*	*22,83*	*9*	*1,016*	*1,012*	*1,009*	*1,01*	*0,37*
KP	*47,13*	*23,00*	*661*	*0,891*	*0,896*	*0,928*	*0,91*	*2,06*
MN	*59,98*	*3,15*	*83*	*1,060*	*1,040*	*1,027*	*1,04*	*1,58*
MO	*35,78*	*9,51*	*116*	*1,026*	*1,019*	*1,012*	*1,02*	*0,64*
NT	*35,25*	*5,92*	*49*	*1,038*	*1,027*	*1,017*	*1,03*	*1,00*
PA	*11,18*	*30,00*	*20*	*0,964*	*0,976*	*0,984*	*0,97*	*1,03*
RF	*34,92*	*8,13*	*10*	*1,050*	*1,033*	*1,022*	*1,04*	*1,35*
RJ	*43,15*	*22,92*	*5*	*1,009*	*1,008*	*1,005*	*1,01*	*0,19*
SL	*44,25*	*2,72*	*53*	*1,062*	*1,041*	*1,028*	*1,04*	*1,64*
SP	*46,65*	*23,17*	*805*	*0,892*	*0,896*	*0,928*	*0,91*	*1,97*
SV	*38,35*	*12,90*	*6*	*1,042*	*1,029*	*1,019*	*1,03*	*1,12*
VT	*40,30*	*20,30*	*60*	*1,027*	*1,020*	*1,013*	*1,02*	*0,71*

Tabela 1.6 - Valores médios de $FCA_{imp}^{médio}$ *para d = 1, 3 e 5 m e os erros referidos a 3 m*

cidade	*longitude (graus)*	*latitude (graus)*	*altitude (m)*	$FCA_{imp}^{médio}$ *(1 m)*	$FCA_{imp}^{médio}$ *(3 m)*	$FCA_{imp}^{médio}$ *(5 m)*	$FCA_{imp}^{médio}$ *médio*	*erro (±%)*
BE	*48,48*	*1,38*	*16*	*1,075*	*1,041*	*1,025*	*1,047*	*2,39*
BH	*43,95*	*19,85*	*787*	*0,936*	*0,962*	*0,976*	*0,958*	*2,09*
BR	*47,92*	*15,87*	*1060*	*0,902*	*0,932*	*0,957*	*0,930*	*2,96*
CG	*54,67*	*20,47*	*558*	*0,968*	*0,987*	*0,992*	*0,982*	*1,22*
CT	*49,18*	*25,52*	*909*	*0,925*	*0,948*	*0,967*	*0,947*	*2,22*
CV	*39,25*	*17,28*	*3*	*1,056*	*1,034*	*1,021*	*1,037*	*1,69*
FL	*48,55*	*27,67*	*7*	*1,036*	*1,023*	*1,014*	*1,024*	*1,07*
FZ	*38,53*	*3,78*	*24*	*1,058*	*1,035*	*1,021*	*1,038*	*1,78*
GL	*43,25*	*22,83*	*9*	*1,049*	*1,030*	*1,018*	*1,032*	*1,50*
KP	*47,13*	*23,00*	*661*	*0,946*	*0,967*	*0,979*	*0,964*	*1,71*
MN	*59,98*	*3,15*	*83*	*1,067*	*1,039*	*1,023*	*1,043*	*2,11*
MO	*35,78*	*9,51*	*116*	*1,041*	*1,028*	*1,017*	*1,029*	*1,17*
NT	*35,25*	*5,92*	*49*	*1,049*	*1,032*	*1,019*	*1,033*	*1,45*
PA	*11,18*	*30,00*	*20*	*1,025*	*1,015*	*1,009*	*1,016*	*0,79*
RF	*34,92*	*8,13*	*10*	*1,059*	*1,035*	*1,021*	*1,038*	*1,83*
RJ	*43,15*	*22,92*	*5*	*1,045*	*1,028*	*1,017*	*1,030*	*1,36*
SL	*44,25*	*2,72*	*53*	*1,067*	*1,039*	*1,023*	*1,043*	*2,11*
SP	*46,65*	*23,17*	*805*	*0,936*	*0,960*	*0,975*	*0,957*	*2,04*
SV	*38,35*	*12,90*	*6*	*1,059*	*1,035*	*1,021*	*1,038*	*1,83*
VT	*40,30*	*20,30*	*60*	*1,055*	*1,033*	*1,020*	*1,036*	*1,69*

Tabela 1.7 - Valores médios de $FCA_{imp}^{90\%}$ para d = 1, 3 e 5 m e os erros referidos a 3 m

cidade	longitude (graus)	latitude (graus)	altitude (m)	$FCA_{imp}^{90\%}$ (1 m)	$FCA_{imp}^{90\%}$ (3 m)	$FCA_{imp}^{90\%}$ (5 m)	$FCA_{imp}^{90\%}$ médio	erro (±%)
BE	48,48	1,38	16	1,0542	1,0339	1,0228	1,0370	1,51
BH	43,95	19,85	787	0,9150	0,9387	0,9475	0,9337	1,74
BR	47,92	15,87	1060	0,8790	0,8976	0,8899	0,8889	0,61
CG	54,67	20,47	558	0,9365	0,9598	0,9551	0,9505	0,98
CT	49,18	25,52	909	0,9077	0,9239	0,9352	0,9222	1,49
CV	39,25	17,28	3	1,0325	1,0239	1,0164	1,0243	0,78
FL	48,55	27,67	7	1,0086	1,0073	1,0026	1,0062	0,29
FZ	38,53	3,78	24	1,0329	1,0251	1,0166	1,0249	0,80
GL	43,25	22,83	9	1,0231	1,0179	1,0114	1,0175	0,57
KP	47,13	23,00	661	0,9217	0,9401	0,9412	0,9343	1,05
MN	59,98	3,15	83	1,0450	1,0312	1,0203	1,0321	1,20
MO	35,78	9,51	116	1,0190	1,0177	1,0122	1,0163	0,33
NT	35,25	5,92	49	1,0278	1,0229	1,0153	1,0220	0,61
PA	11,18	30,00	20	0,9998	0,9985	0,9963	0,9982	0,17
RF	34,92	8,13	10	1,0389	1,0272	1,0183	1,0281	1,00
RJ	43,15	22,92	5	1,0189	1,0151	1,0095	1,0145	0,47
SL	44,25	2,72	53	1,0456	1,0314	1,0205	1,0325	1,21
SP	46,65	23,17	805	0,9172	0,9368	0,9465	0,9335	1,57
SV	38,35	12,90	6	1,0365	1,0259	1,0173	1,0265	0,94
VT	40,30	20,30	60	1,0303	1,0220	1,0146	1,0223	0,77

Em conseqüência, é possível que se faça uso dos valores de FCA no entorno de 3 m, com erros médios de 1,56%, 1,31% e 1,75% respectivamente para $FCA_{60Hz}^{médio}$, $FCA_{60Hz}^{99\%}$ *e* $FCA_{imp}^{médio}$, *e aplicáveis na faixa de 1 a 5 m de comprimento de gapes em ar sem comprometimento da precisão.*

Anexo 2 Características das estações do INMET

Tabela 2 - Características das estações meteorológicas

estação	longitude (º)	latitude (º)	altitude (m)
Aimorés	41.07	19.48	83
Araçuaí	42.07	16.87	284
Araxá	46.93	19.57	1004
Bambui	45.98	20.00	661
Barbacena	43.77	21.25	1126
Belo Horizonte	43.93	19.93	850
Brasilia	47.93	15.78	1160
C Mato Dentro	43.43	19.03	652
Cabo Frio	41.98	23.00	2
Cach. Itapemirim	41.10	20.85	78
Caetité	42.62	14.05	882
Campos do Jordão	45.58	22.73	1579
Caparaó	41.87	20.52	843
Capinópolis	49.57	18.68	621
Caratinga	42.15	19.80	609
Carinhanha	43.92	14.17	440
Cataguases	42.68	21.38	168
Catalão	47.95	18.18	840
Catanduva	48.97	21.13	536
Cel Pacheco	43.25	21.58	435
Cordeiro	42.37	22.03	485

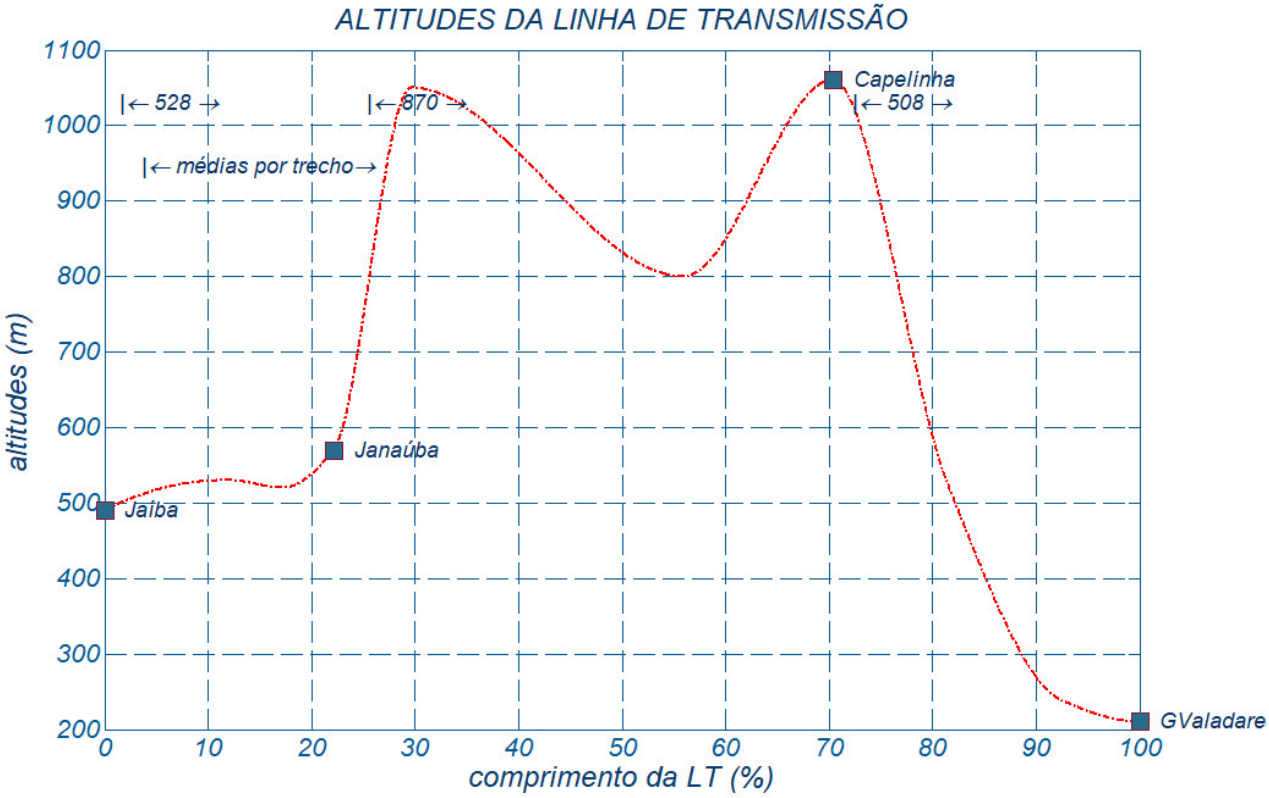
Tabela 2 - Características das estações meteorológicas (cont.)

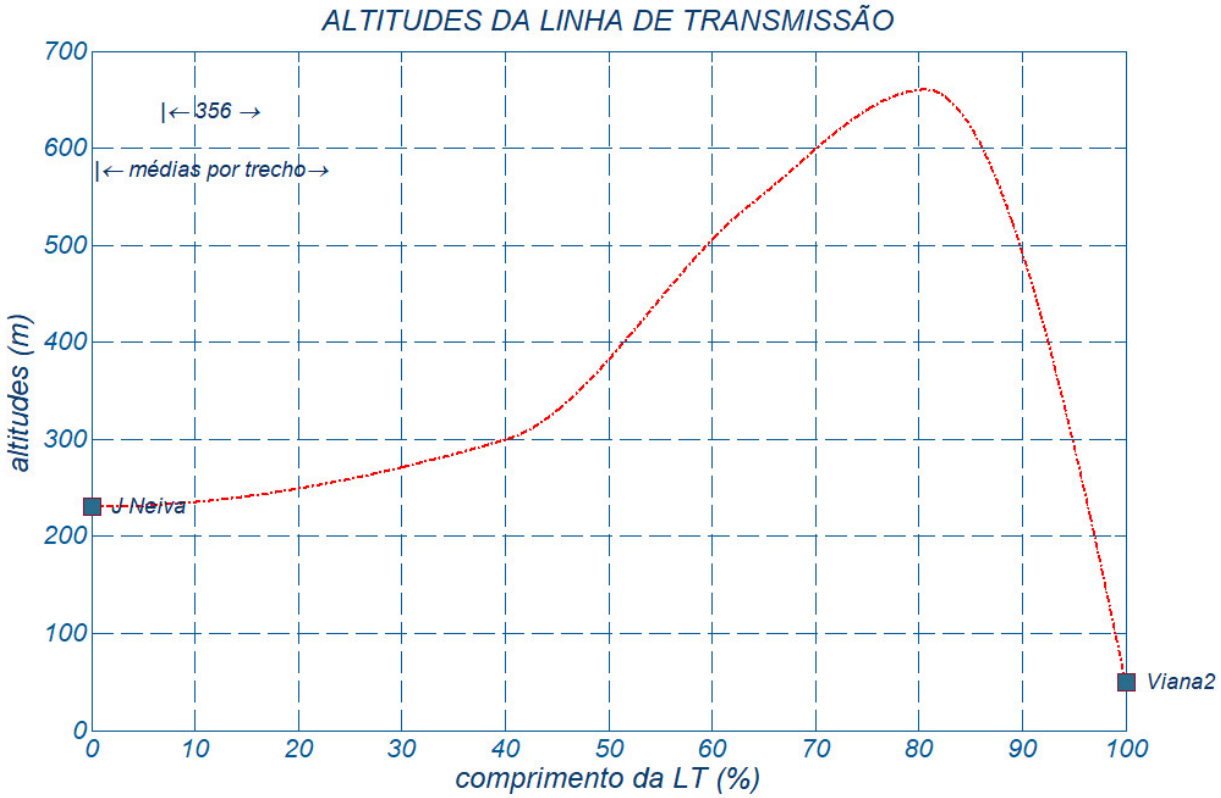
estação	longitude (º)	latitude (º)	altitude (m)
Diamantina	43.60	18.25	1296
Ecol. Agrícola	43.68	22.80	33
Espinosa	42.85	14.92	570
Formosa	47.33	15.53	912
Franca	47.43	20.55	1026
Goiânia	49.25	16.67	741
Goias	50.13	15.92	512
Gov Valadares	41.93	18.85	277
Ibirité	44.05	20.02	815
Ilha Guaiba	44.03	23.00	64
Ipameri	48.17	17.72	773
Itamarandiba	42.85	17.85	1097
Itaperuna	41.88	21.20	124
João Pinheiro	46.17	17.70	760
Juiz de Fora	43.35	21.77	940
Lavras	45.00	21.23	919
Linhares	40.07	19.40	28
Machado	45.92	21.67	873
Monte Azul	42.75	15.08	604
Montes Claros	43.87	16.72	646
Nova Friburgo	42.53	22.28	857

Tabela 2 - Características das estações meteorológicas (cont.)

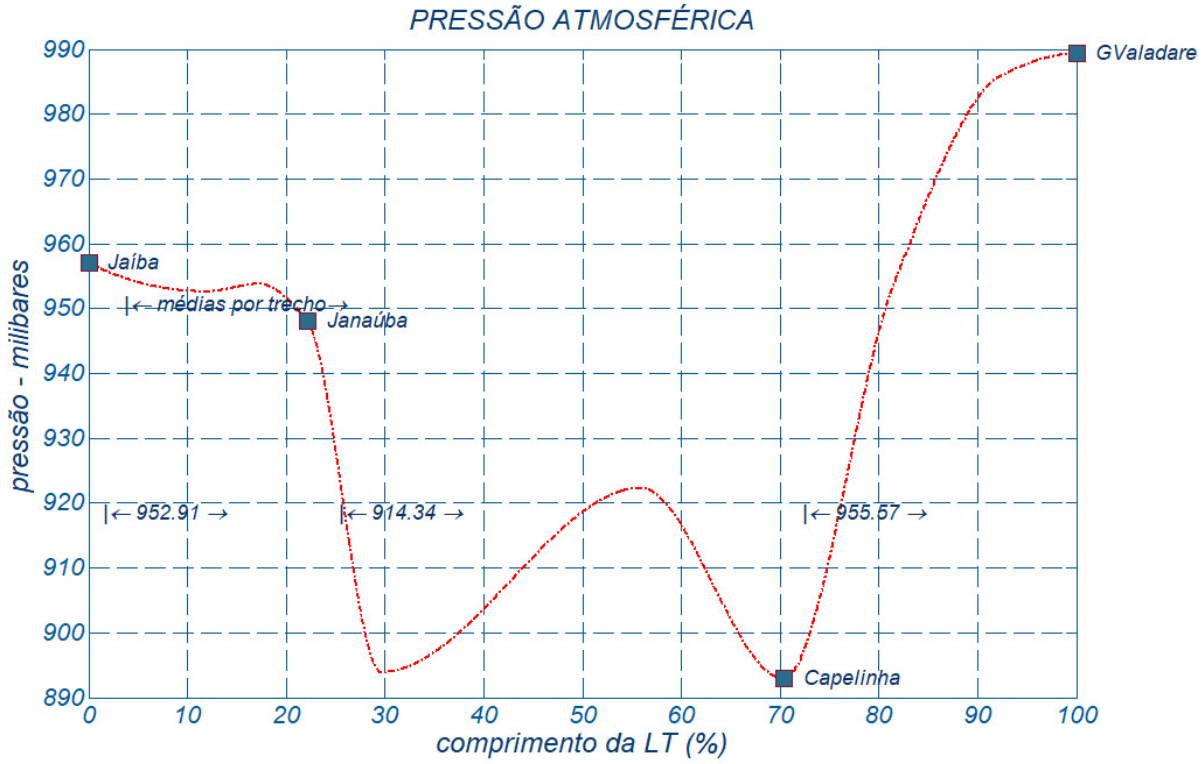
estação	longitude (º)	latitude (º)	altitude (m)
Paracatu	46.87	17.22	711
Patos de Minas	46.52	18.60	940
Pedra Azul	41.28	16.00	649
Pirai	43.90	22.63	367
Pirenópolis	48.97	15.85	740
Pompeu	45.00	19.22	691
Posse	46.37	14.10	826
Rio de Janeiro	43.17	22.92	5
Rio Verde	50.92	17.80	790
São Carlos	47.88	22.02	856
São Lourenro	45.02	22.10	900
São Simão	47.55	21.48	617
Sete Lagoas	44.25	19.47	732
Teófilo Otoni	41.52	17.85	356
Uberaba	47.92	19.75	743
Vassouras	43.67	22.33	437
Viçosa	42.85	20.75	690
Vitória	40.33	20.32	36
Vitória Conquista	40.88	14.62	839
Itumbiara	49.20	18.30	500
Japerí	43.66	22.64	100

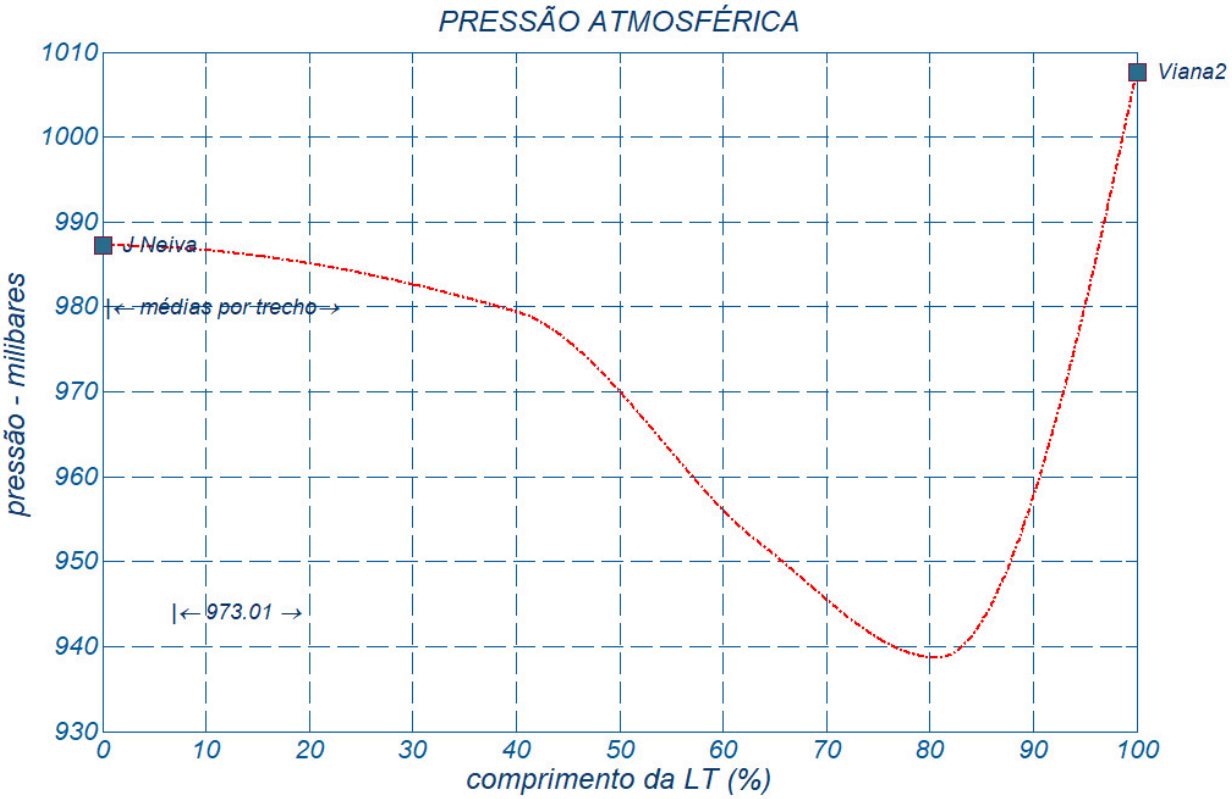
Anexo 3 Mapa das altitudes



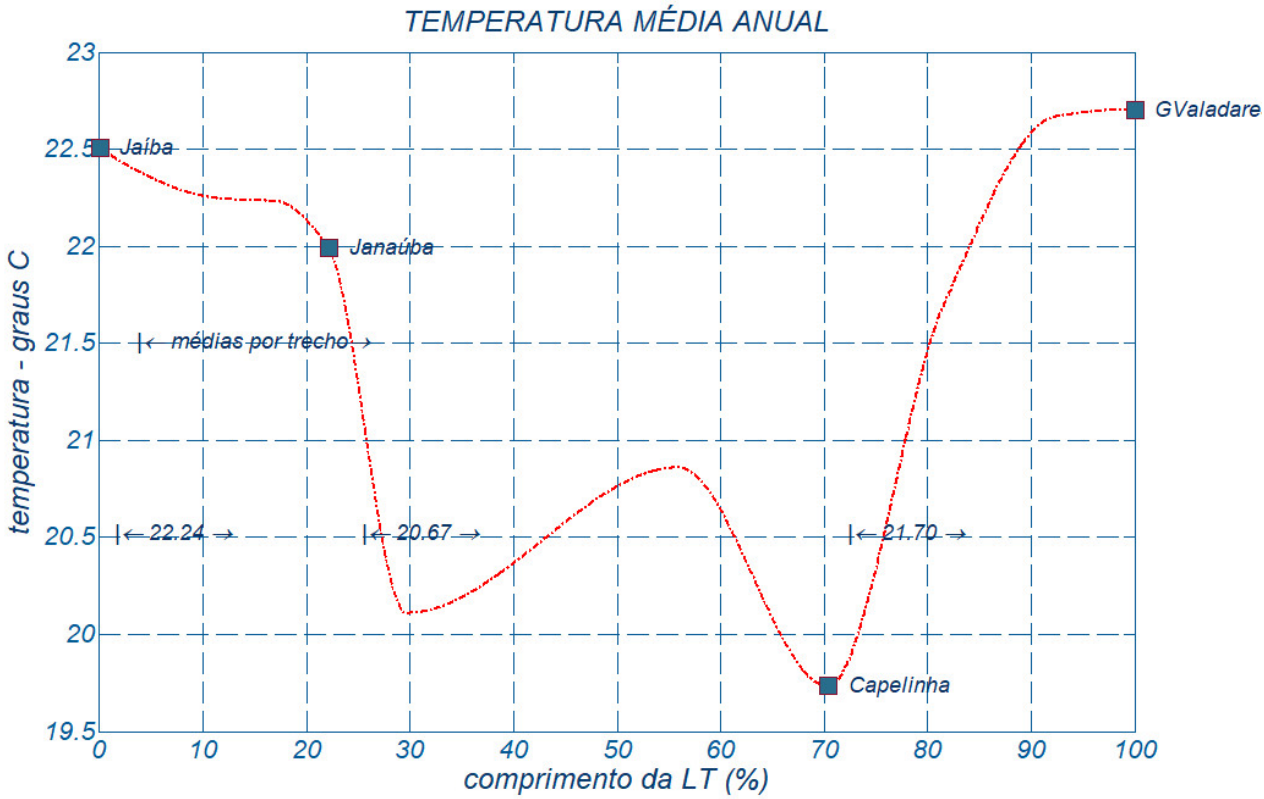


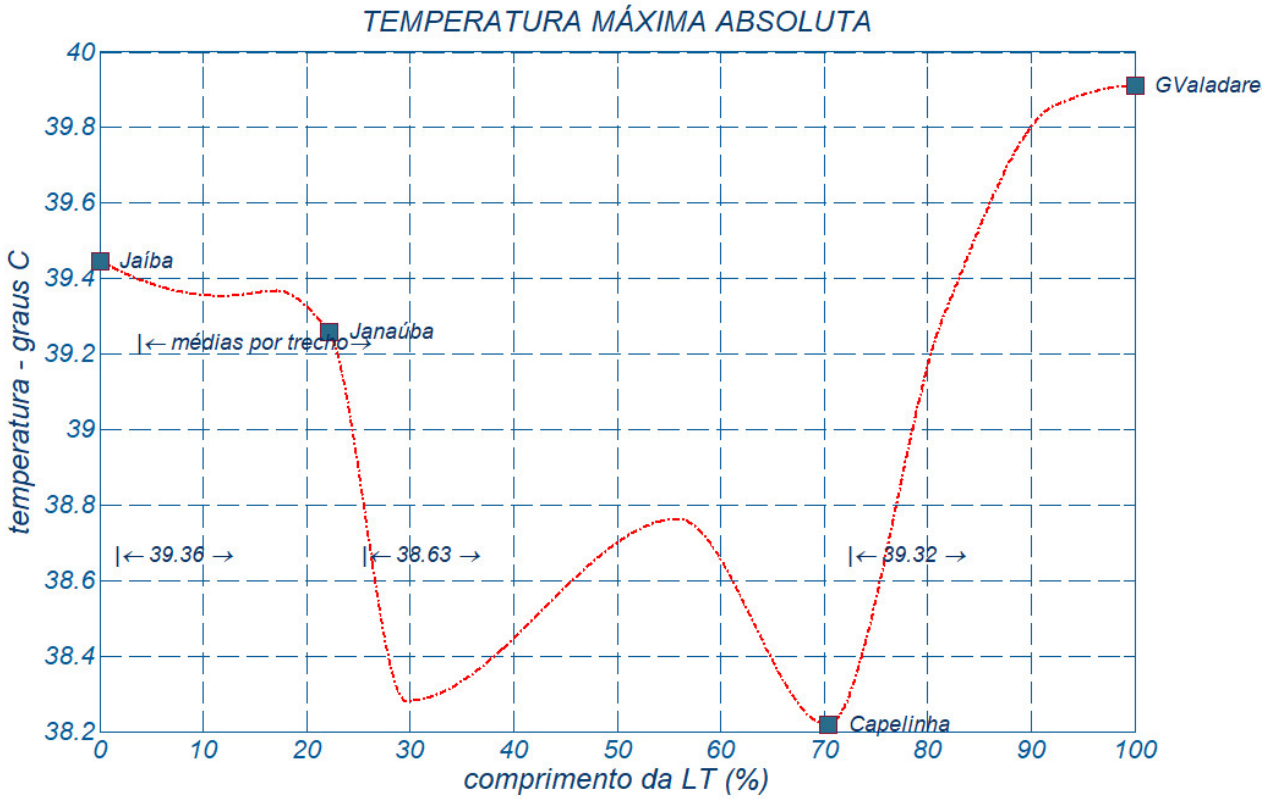
Anexo 4 Mapa das pressões atmosféricas

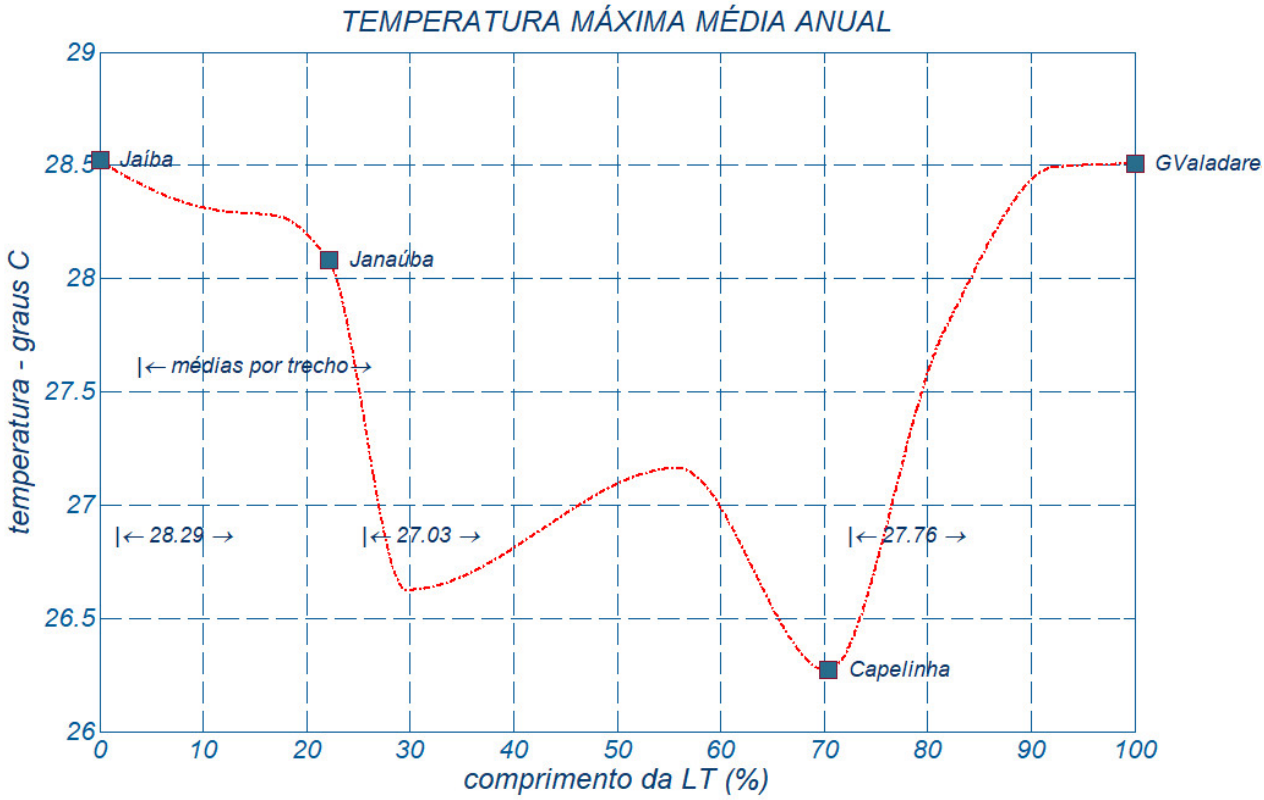


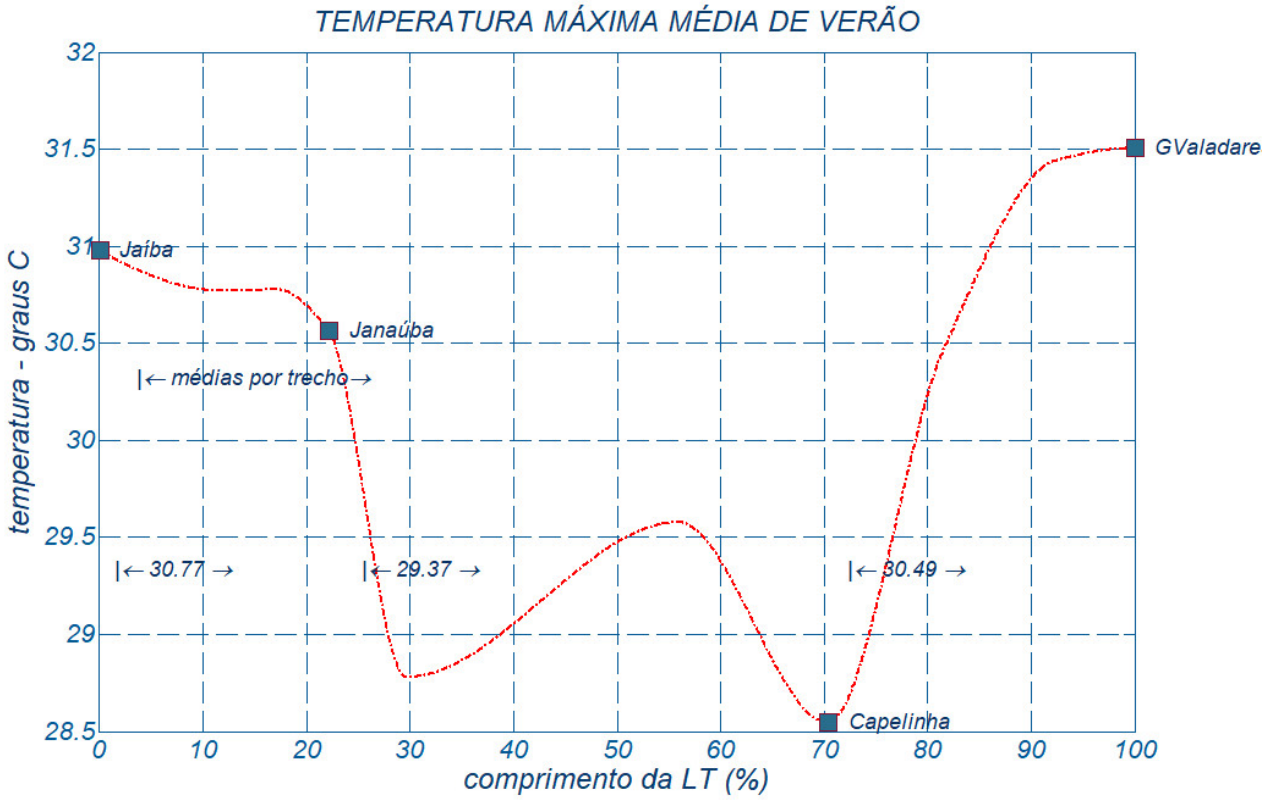


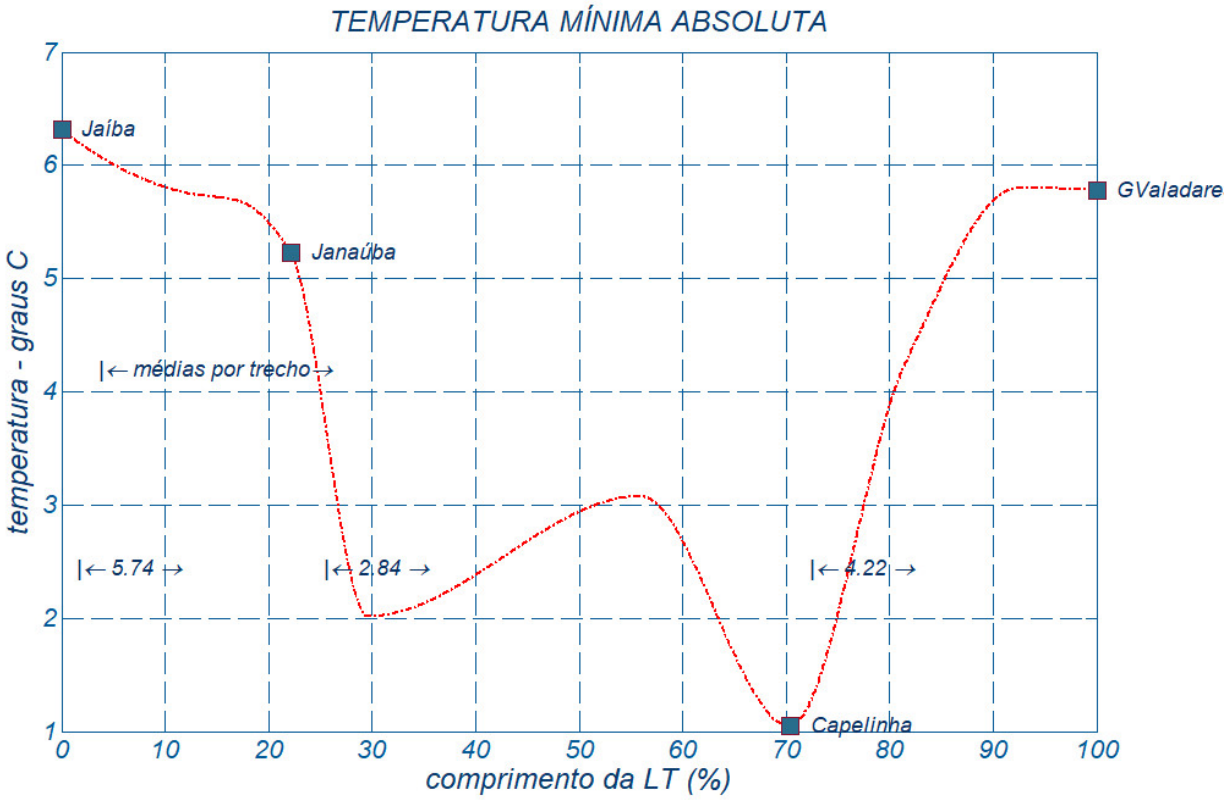
Anexo 5 Mapas das temperaturas ambientes

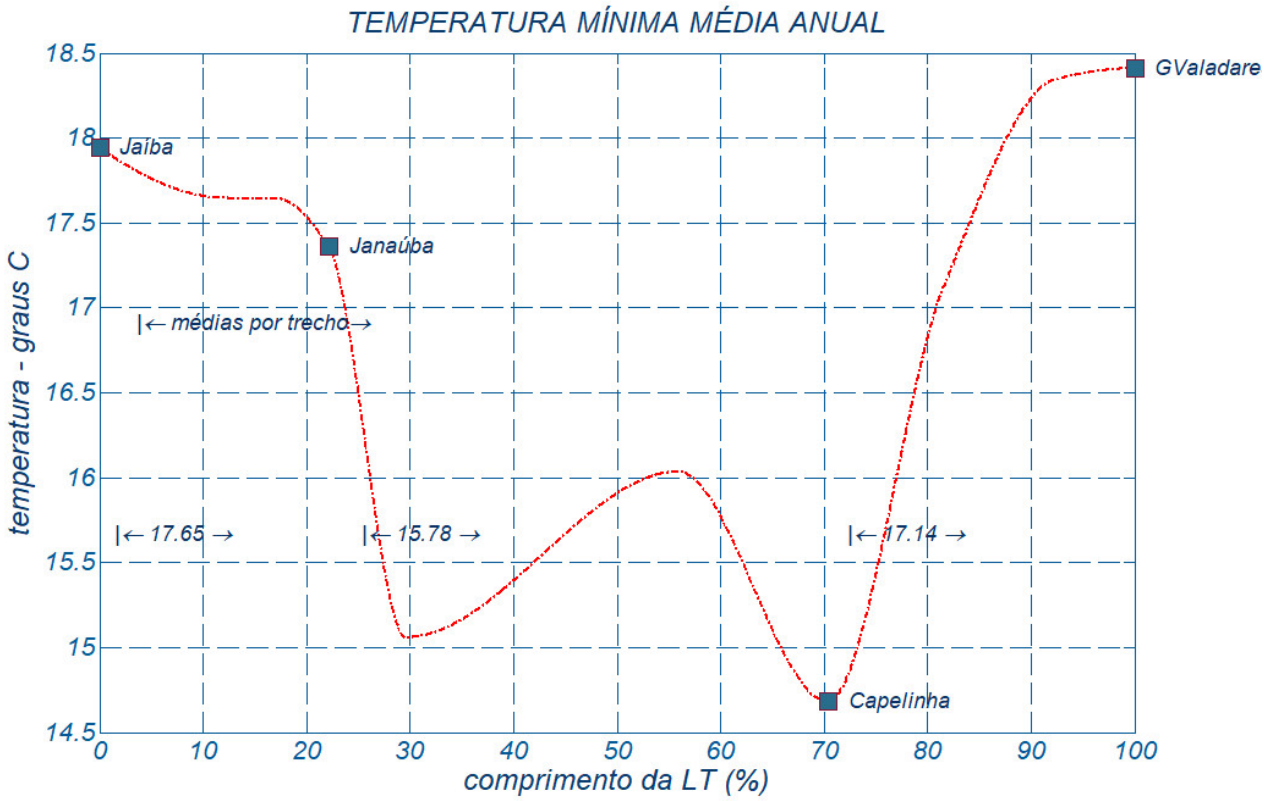


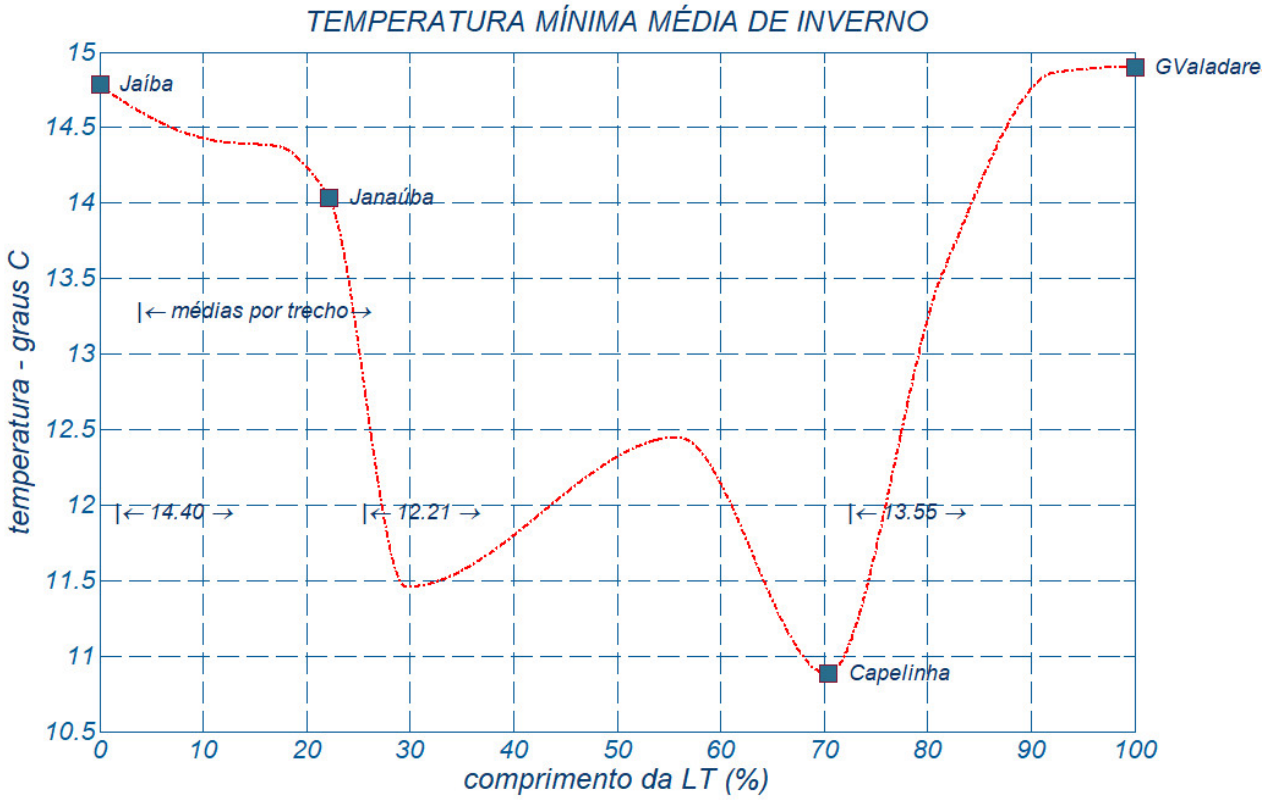


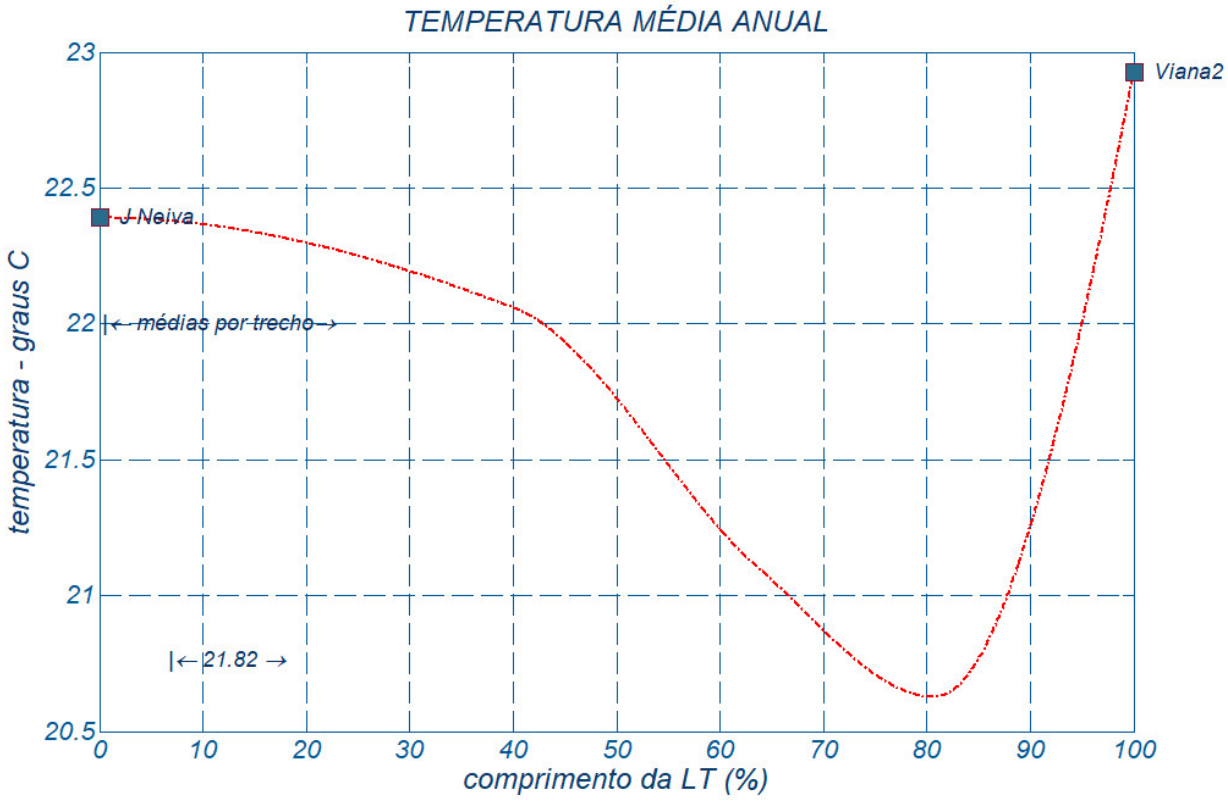

TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA ANUAL
temperatura - graus C
comprimento da LT (%)
Jaíba
Janaúba
Capelinha
GValadare
|← médias por trecho →
|← 28.29 →
|← 27.03 →
|← 27.76 →
29
28.5
28
27.5
27
26.5
26
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

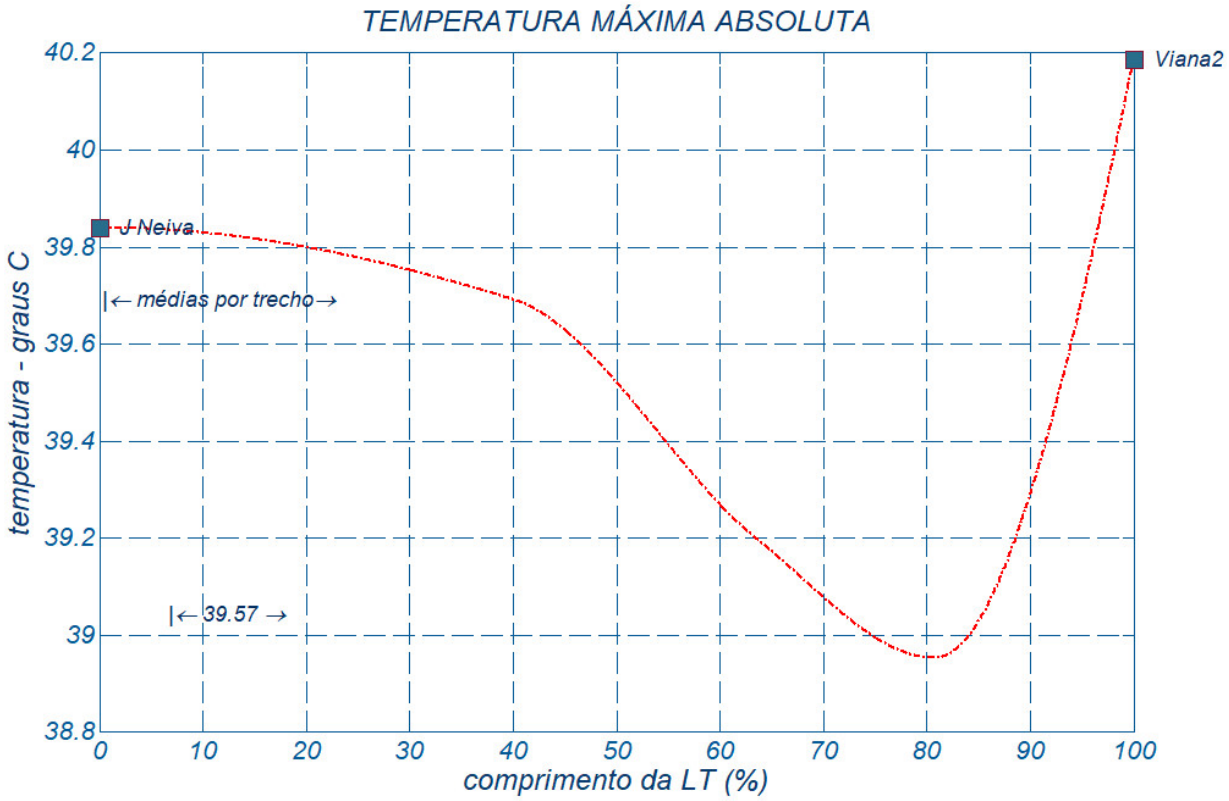

TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA DE VERÃO
temperatura - graus C
comprimento da LT (%)
Jaíba
Janaúba
Capelinha
GValadare
|← médias por trecho →
|← 30.77 →
|← 29.37 →
|← 30.49 →
32
31.5
31
30.5
30
29.5
29
28.5
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

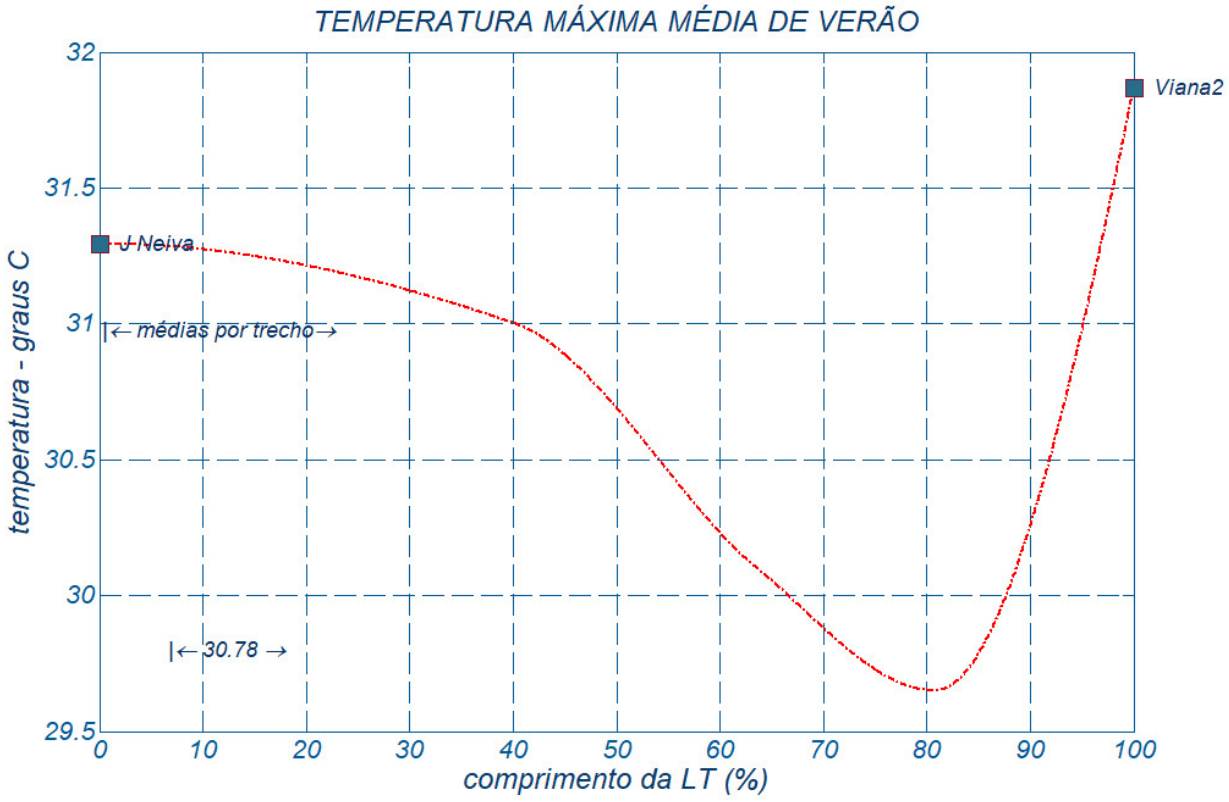

TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA
temperatura - graus C
comprimento da LT (%)
Jaíba
Janaúba
Capelinha
GValadare
|← médias por trecho →
|← 5.74 →
|← 2.84 →
|← 4.22 →
7
6
5
4
3
2
1
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

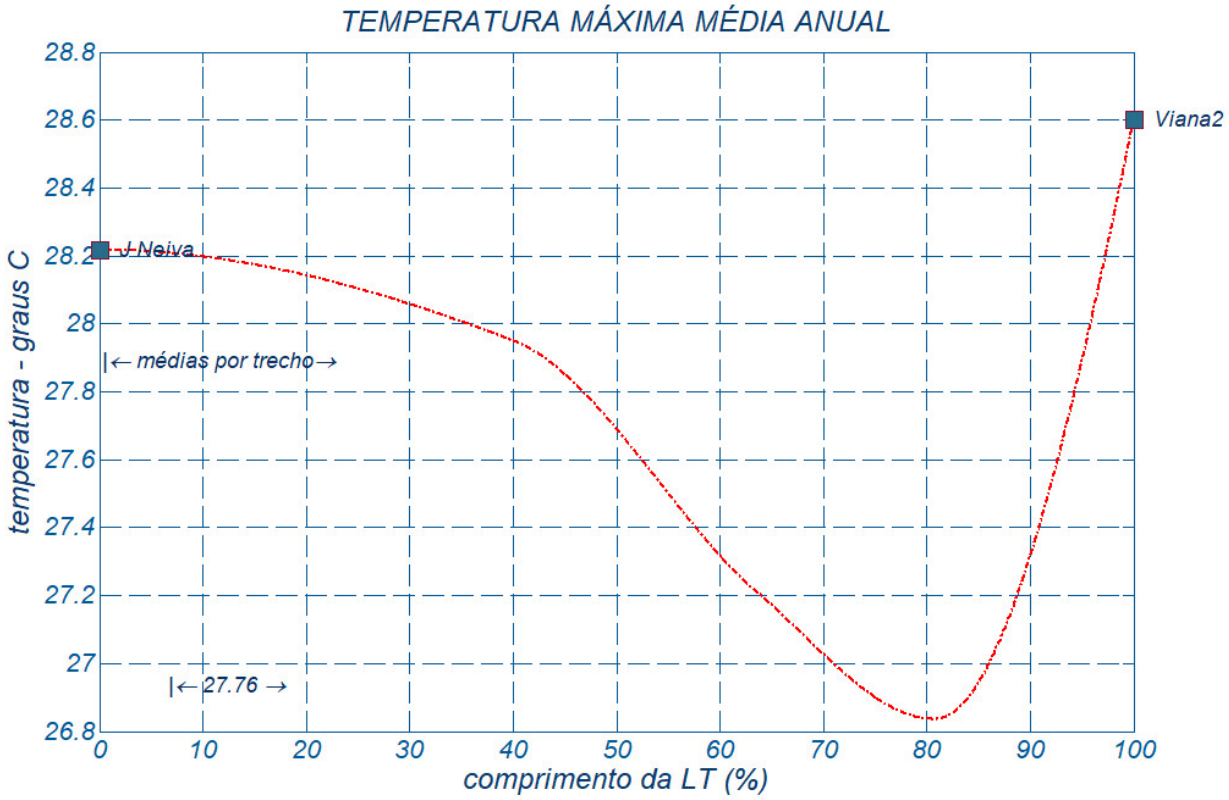

TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA ANUAL
temperatura - graus C
comprimento da LT (%)
Jaíba
Janaúba
Capelinha
GValadare
|← médias por trecho →
|← 17.65 →
|← 15.78 →
|← 17.14 →
18.5
18
17.5
17
16.5
16
15.5
15
14.5
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

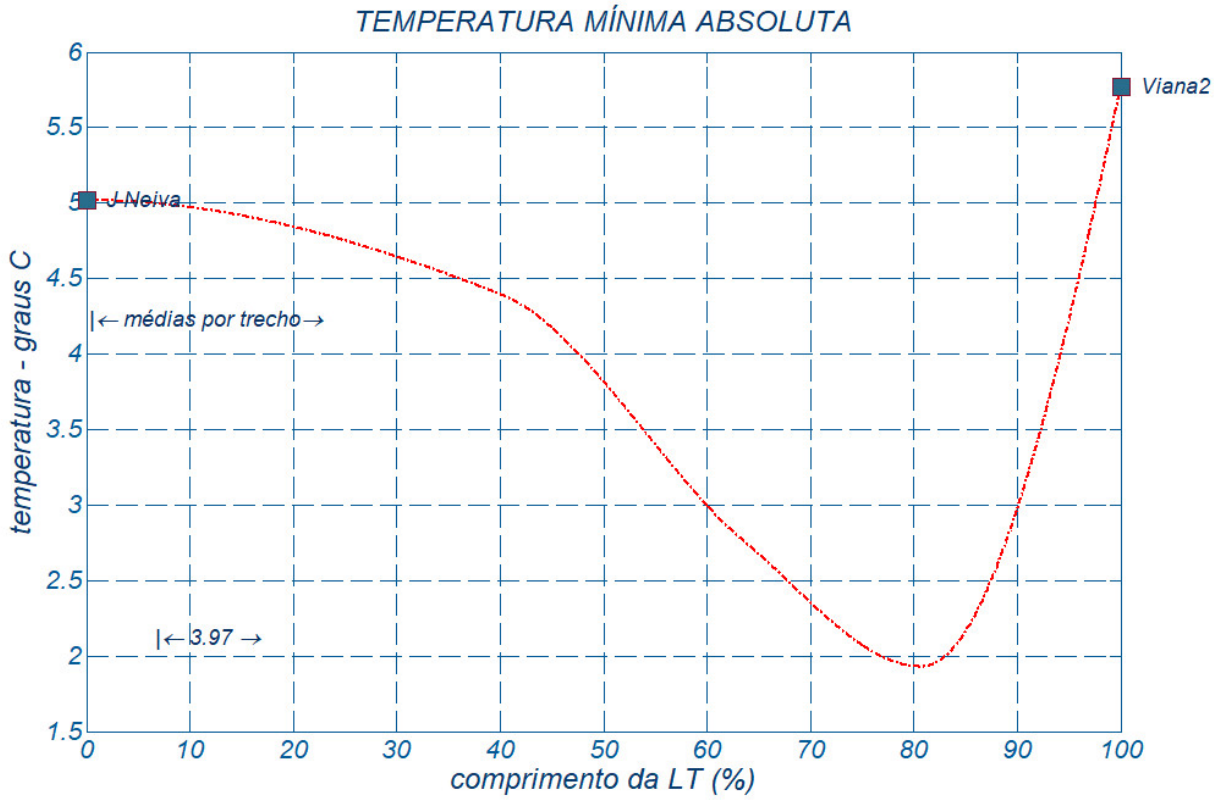

TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA DE INVERNO
Jaíba
Janaúba
Capelinha
GValadare
|← médias por trecho →
|← 14.40 →
|← 12.21 →
|← 13.55 →
temperatura - graus C
comprimento da LT (%)
15
14.5
14
13.5
13
12.5
12
11.5
11
10.5
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

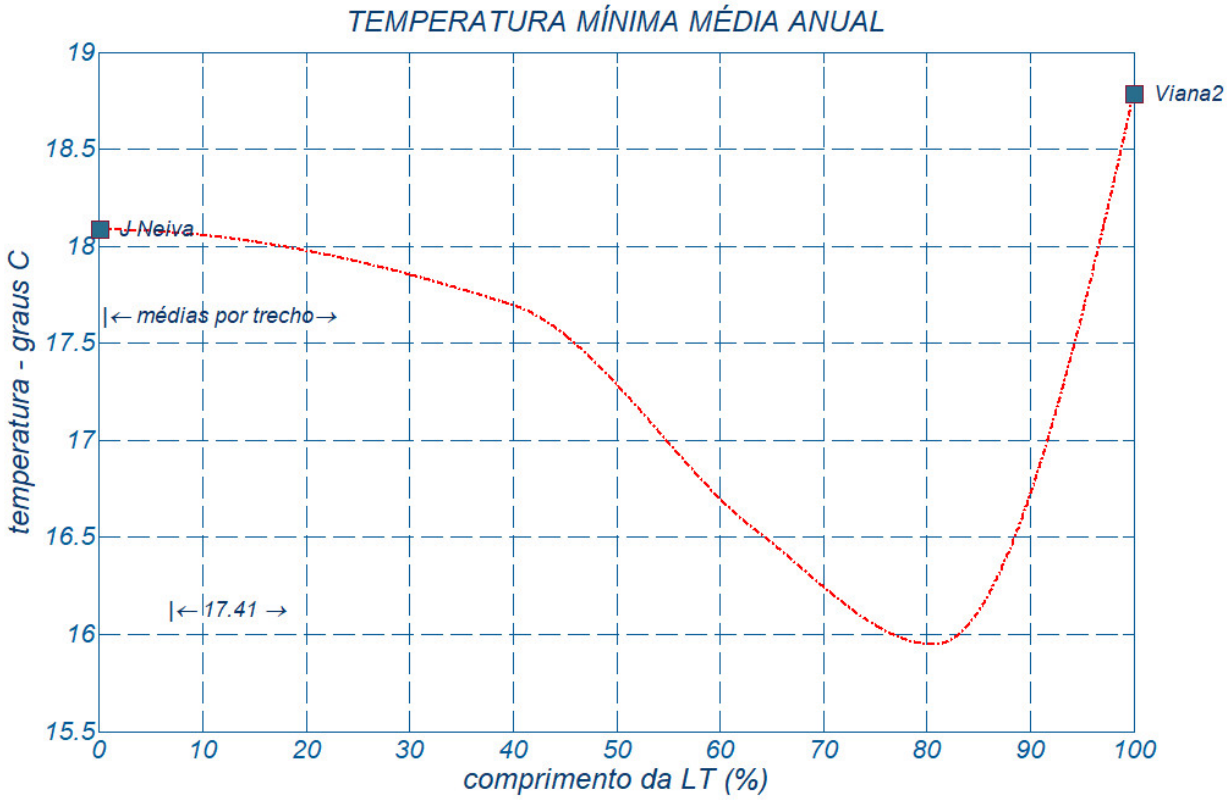

TEMPERATURA MÉDIA ANUAL
J Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 21.82 →
temperatura - graus C
comprimento da LT (%)
23
22.5
22
21.5
21
20.5
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

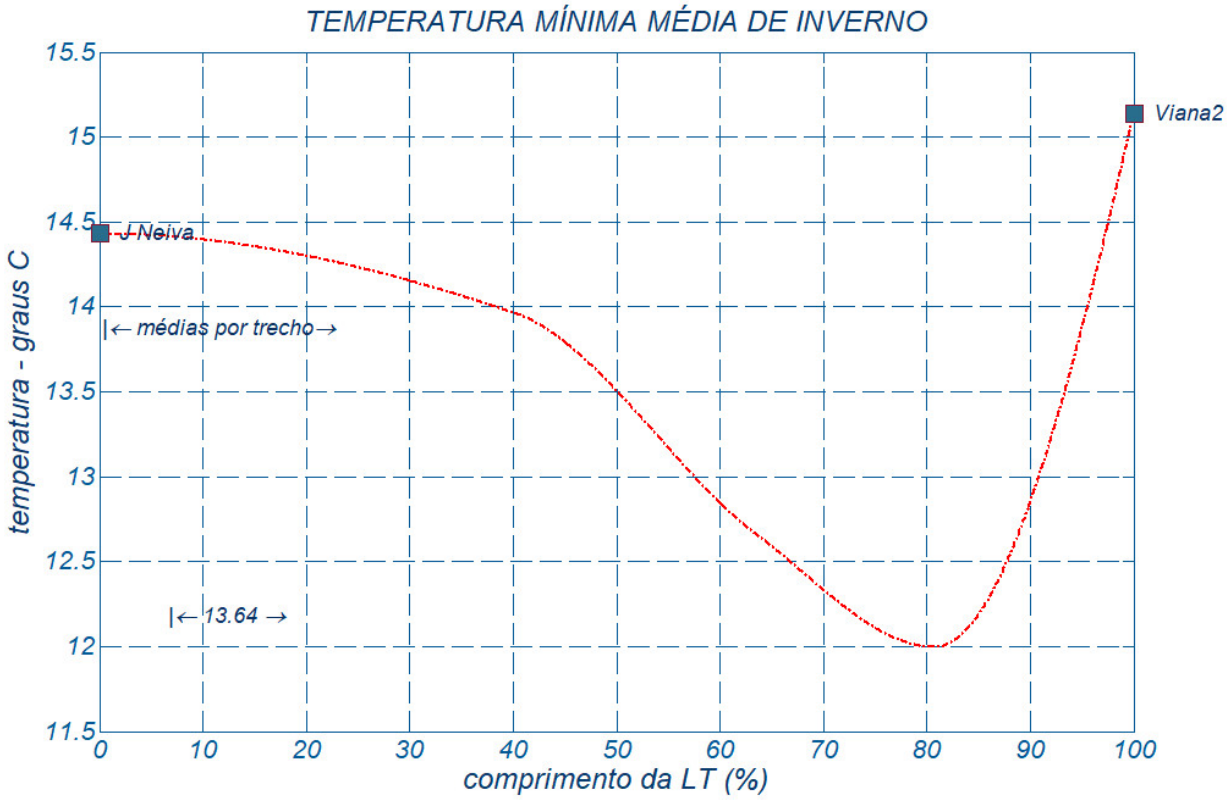

TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA
temperatura - graus C
comprimento da LT (%)
J-Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 39.57 →
40.2
40
39.8
39.6
39.4
39.2
39
38.8
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100


TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA DE VERÃO
temperatura - graus C
comprimento da LT (%)
J-Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 30.78 →
32
31.5
31
30.5
30
29.5
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

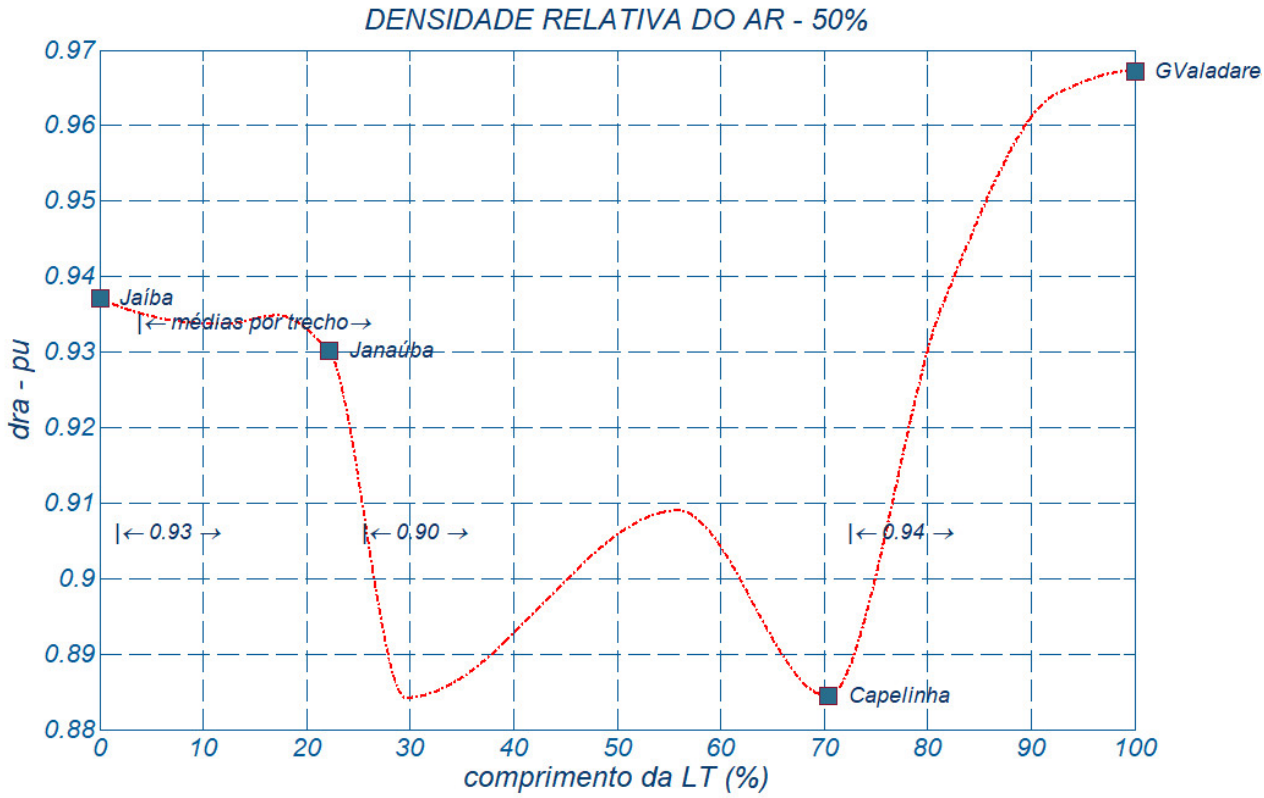

TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA ANUAL
temperatura - graus C
comprimento da LT (%)
J.Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 27.76 →
28.8
28.6
28.4
28.2
28
27.8
27.6
27.4
27.2
27
26.8
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

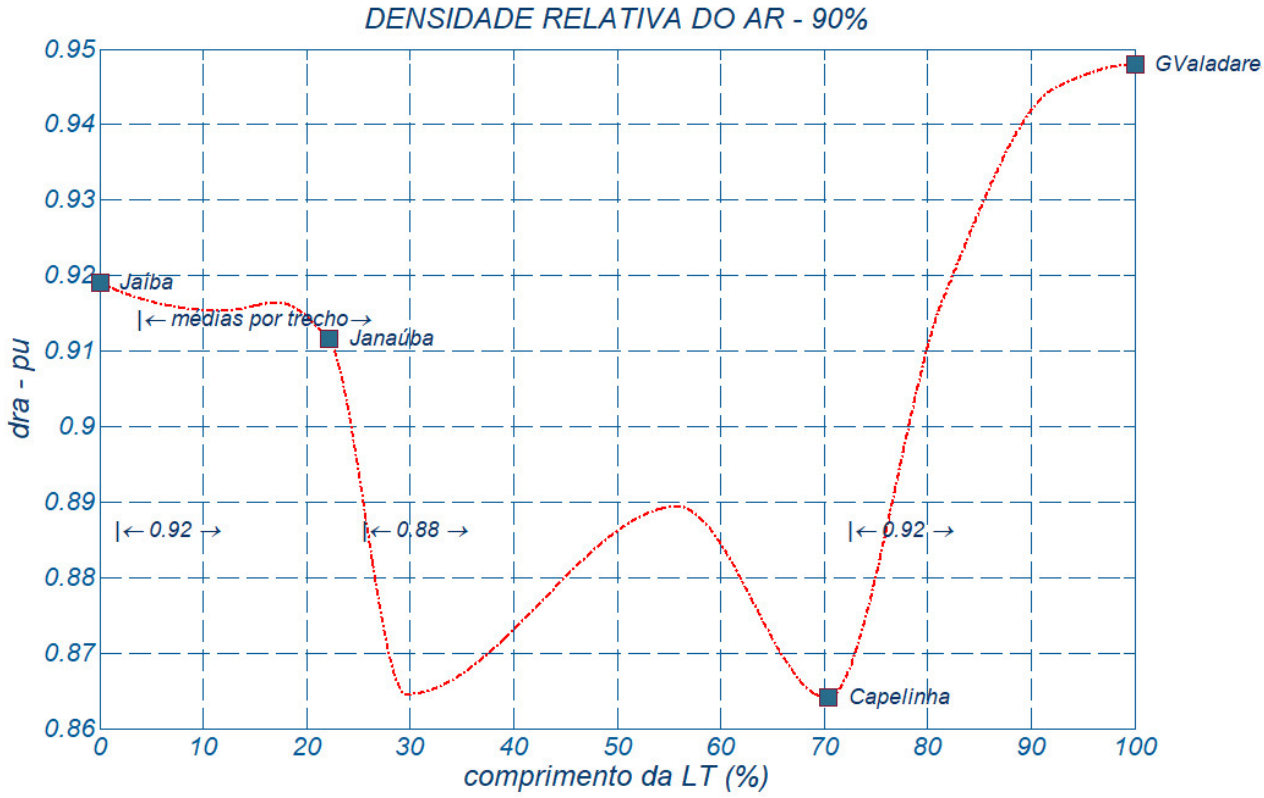

TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA
temperatura - graus C
comprimento da LT (%)
J.Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 3.97 →
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

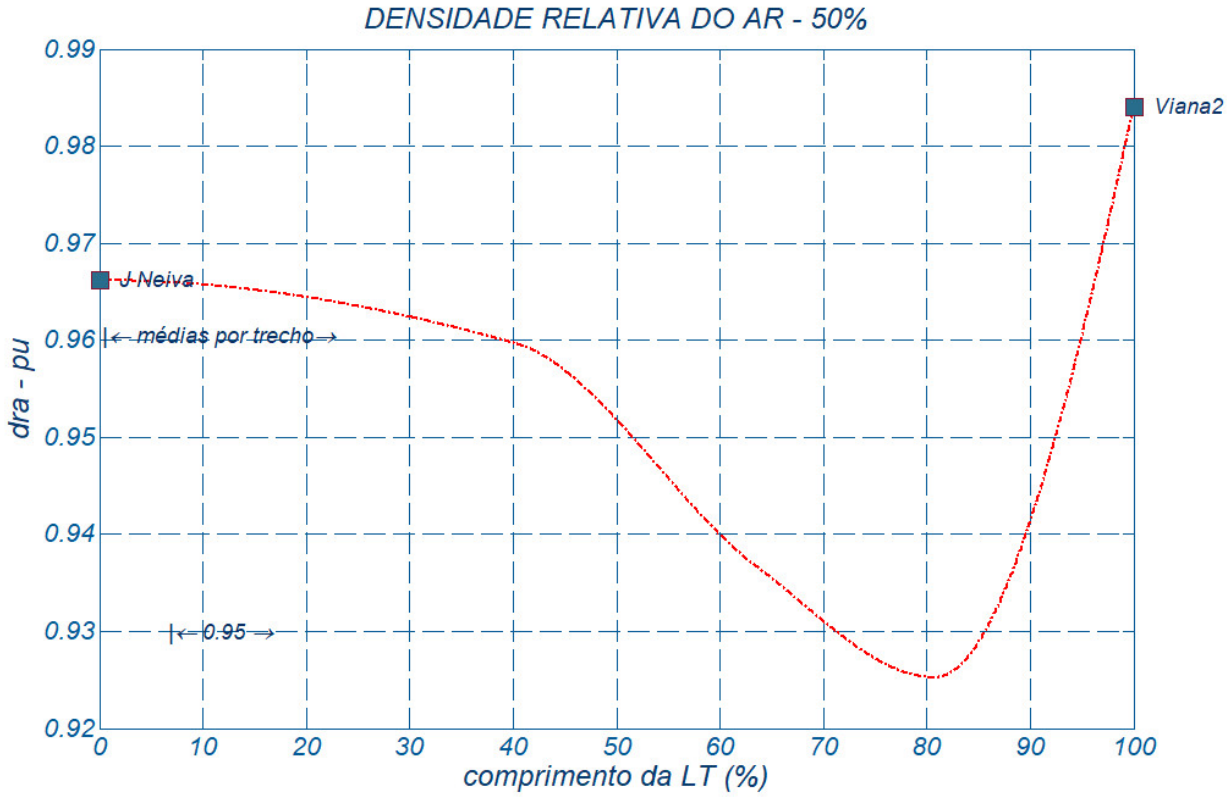

TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA ANUAL
temperatura - graus C
comprimento da LT (%)
J-Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 17.41 →
19
18.5
18
17.5
17
16.5
16
15.5
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

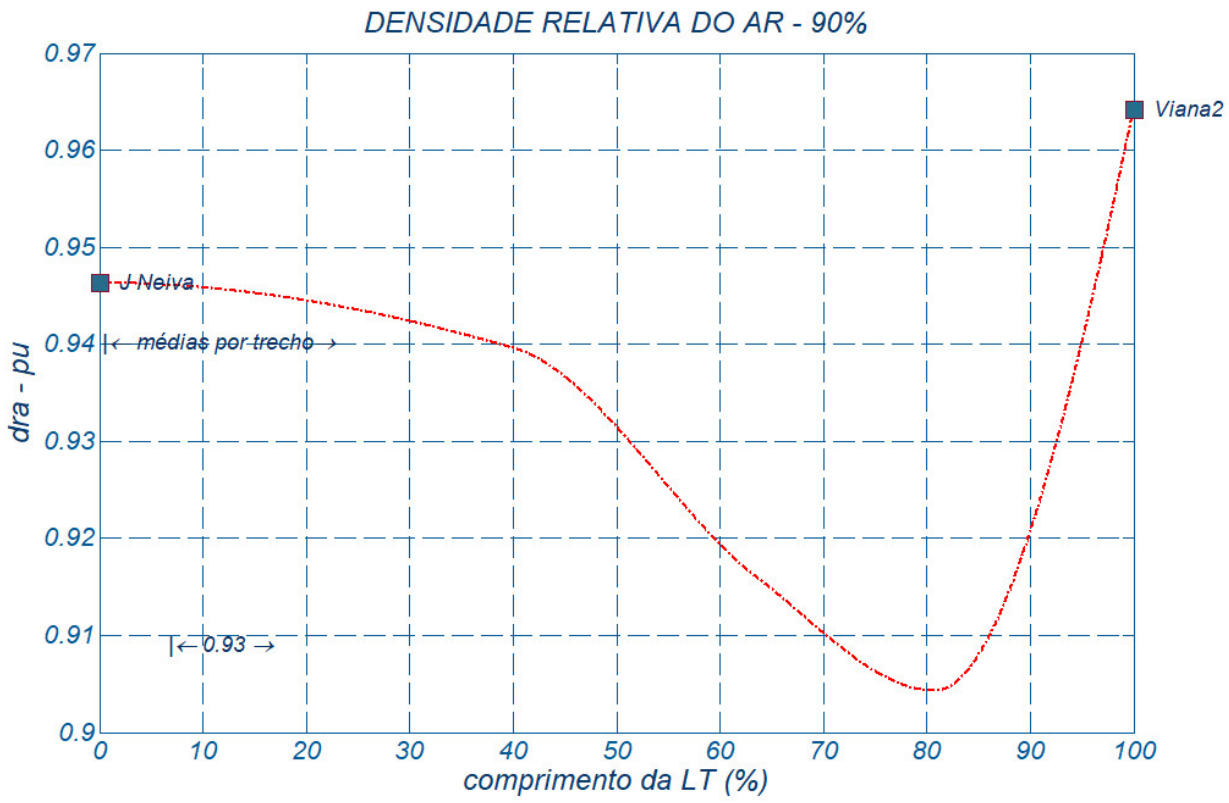

TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA DE INVERNO
temperatura - graus C
comprimento da LT (%)
J-Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 13.64 →
15.5
15
14.5
14
13.5
13
12.5
12
11.5
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

Anexo 6 Mapas das densidades relativas do ar

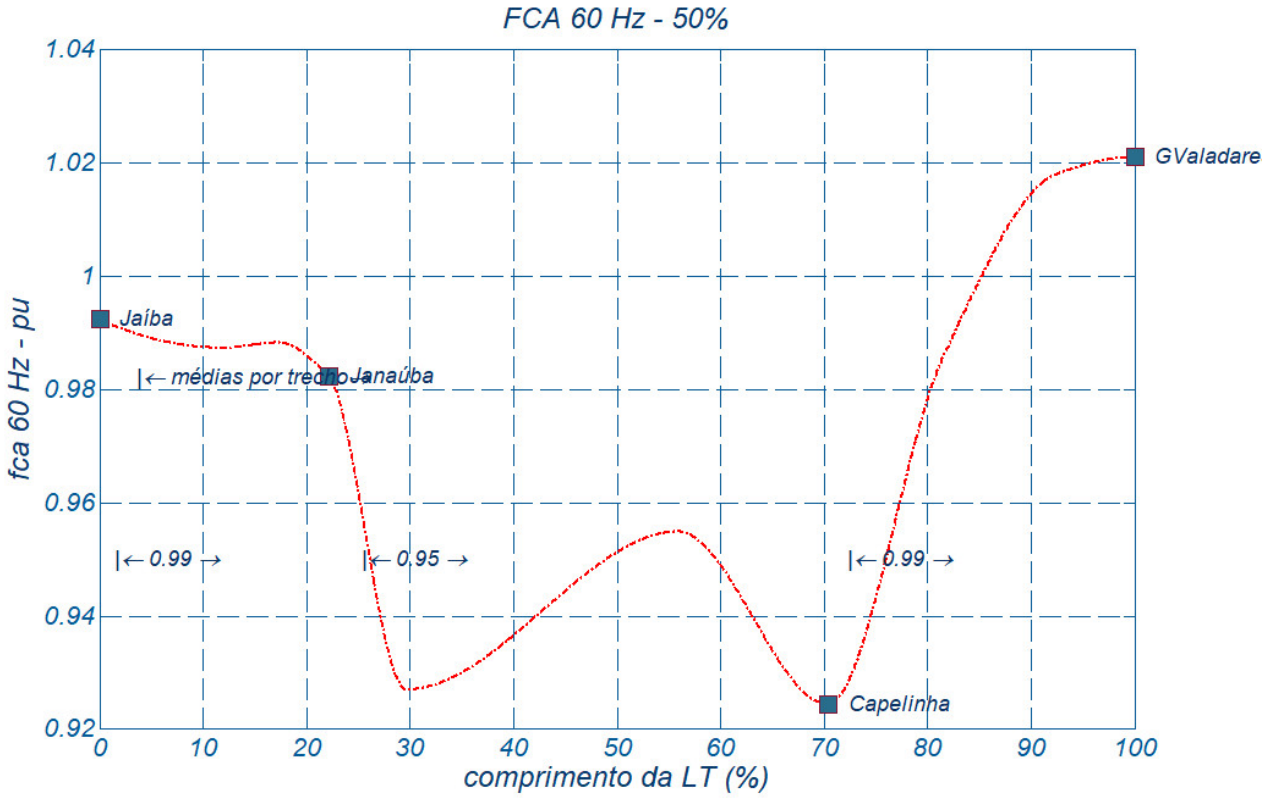


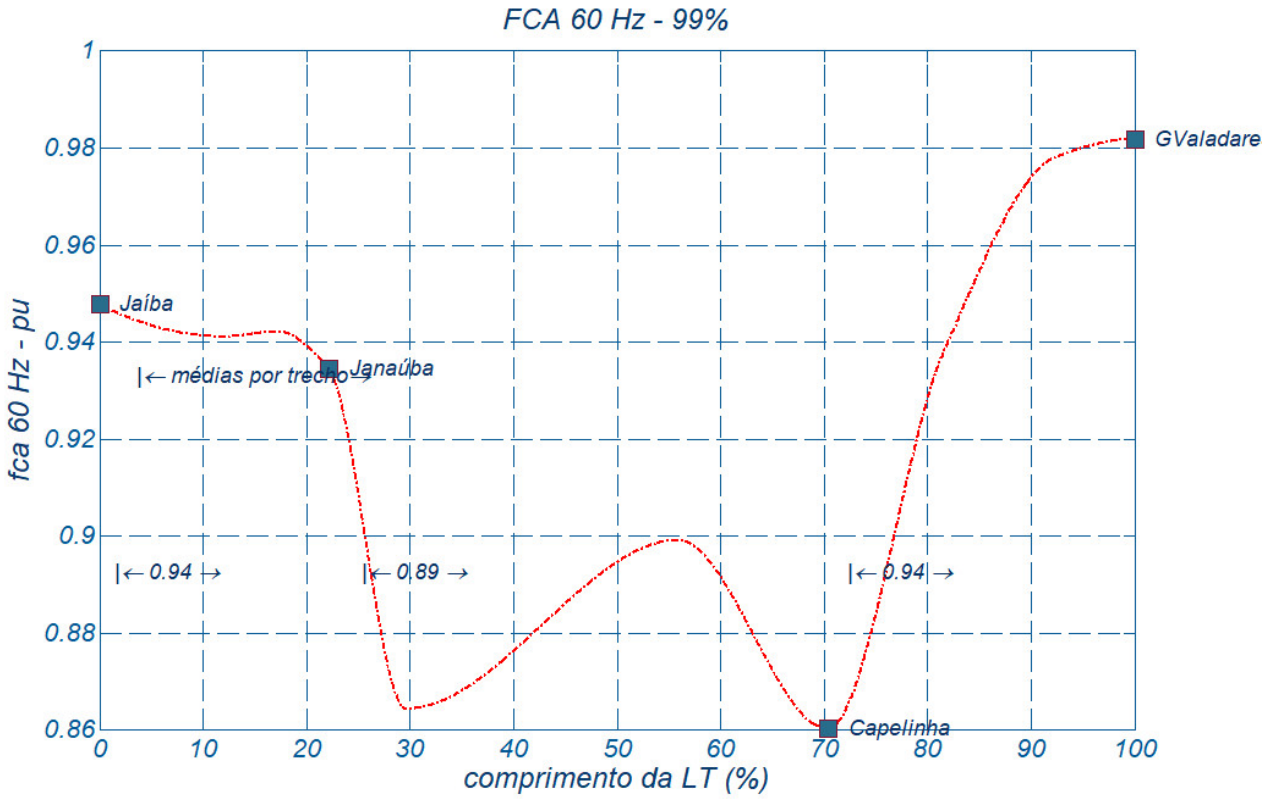


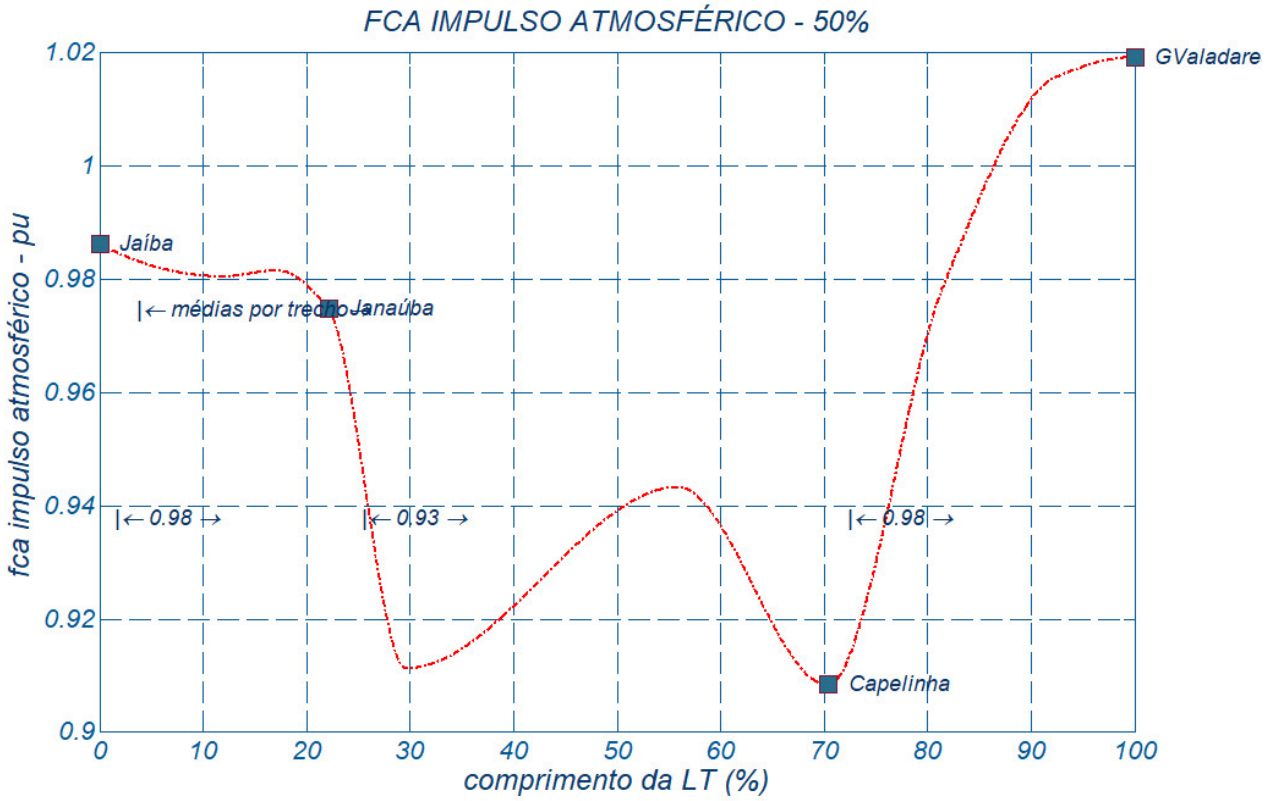

DENSIDADE RELATIVA DO AR - 50%
dra - pu
comprimento da LT (%)
J-Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 0.95 →
0.99
0.98
0.97
0.96
0.95
0.94
0.93
0.92
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

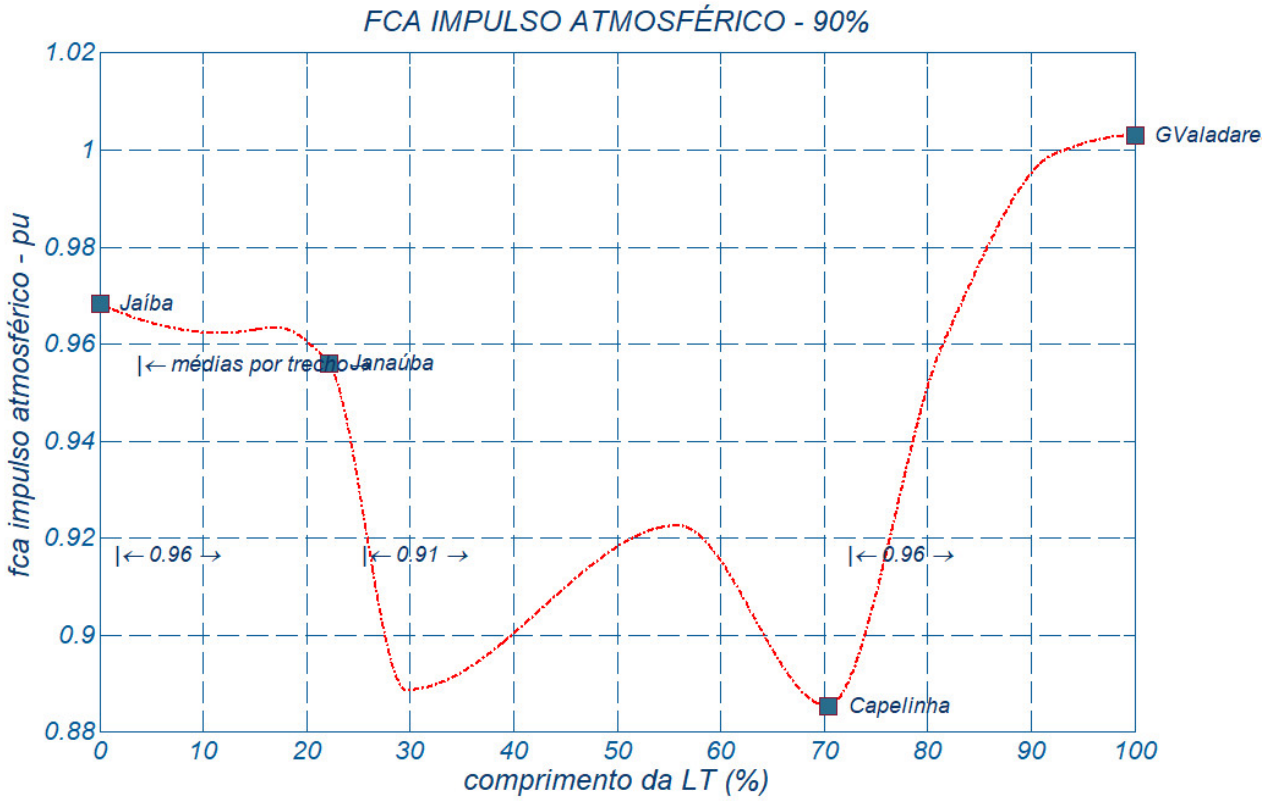

DENSIDADE RELATIVA DO AR - 90%
dra - pu
comprimento da LT (%)
J-Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 0.93 →
0.97
0.96
0.95
0.94
0.93
0.92
0.91
0.9
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

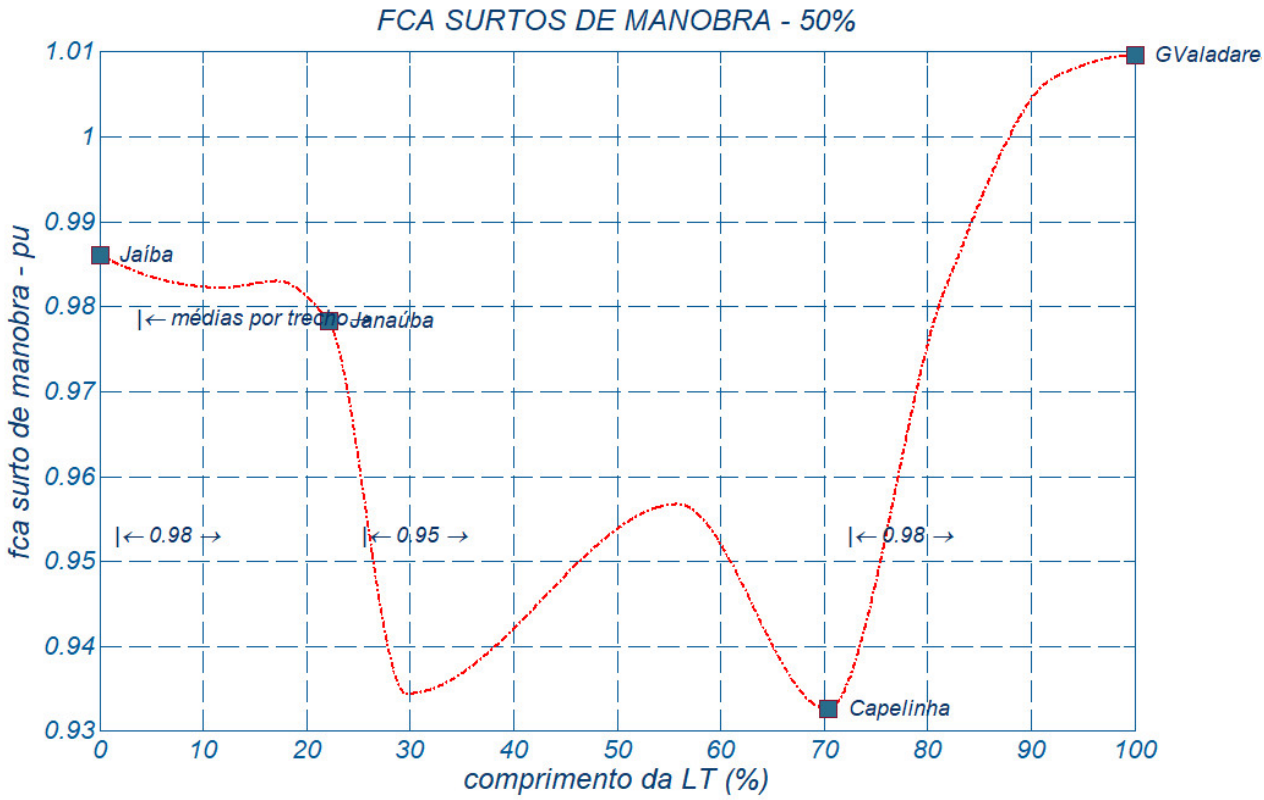
Anexo 7 Mapas dos fatores de correção atmosféricos

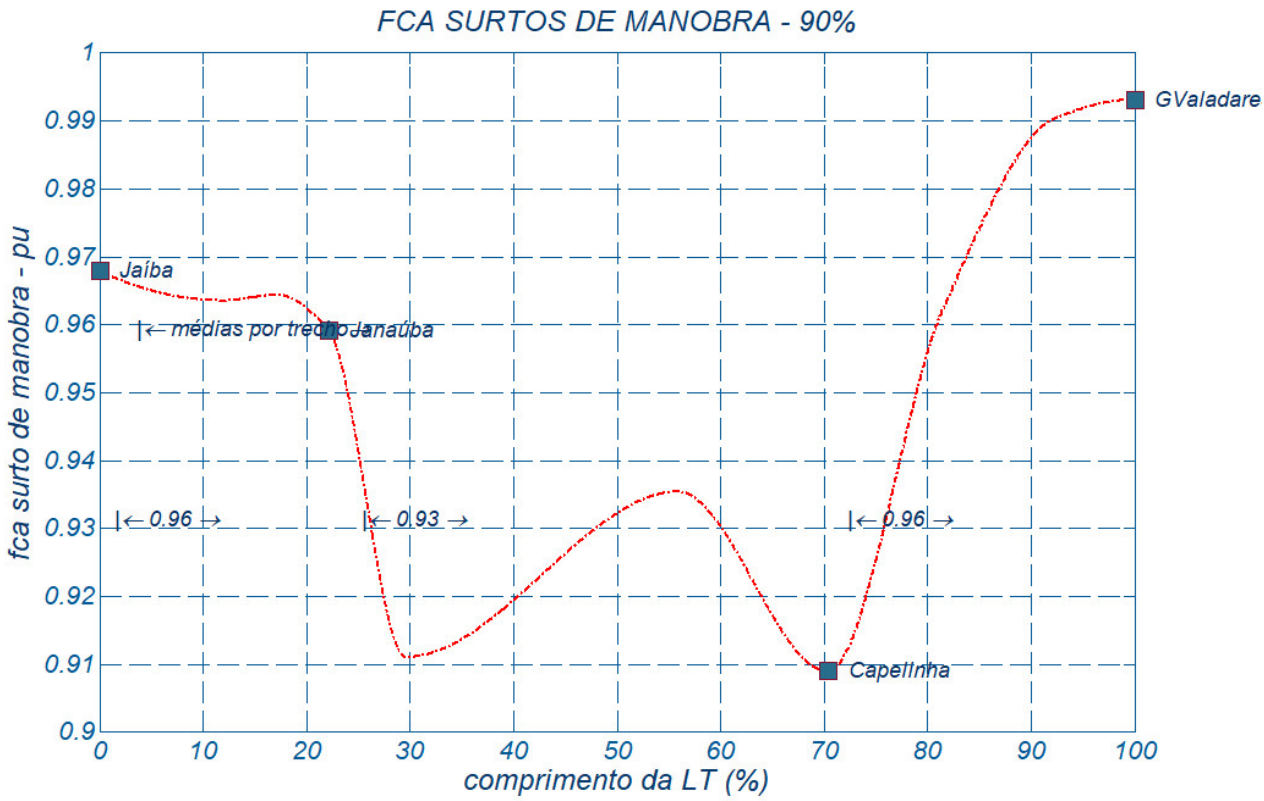


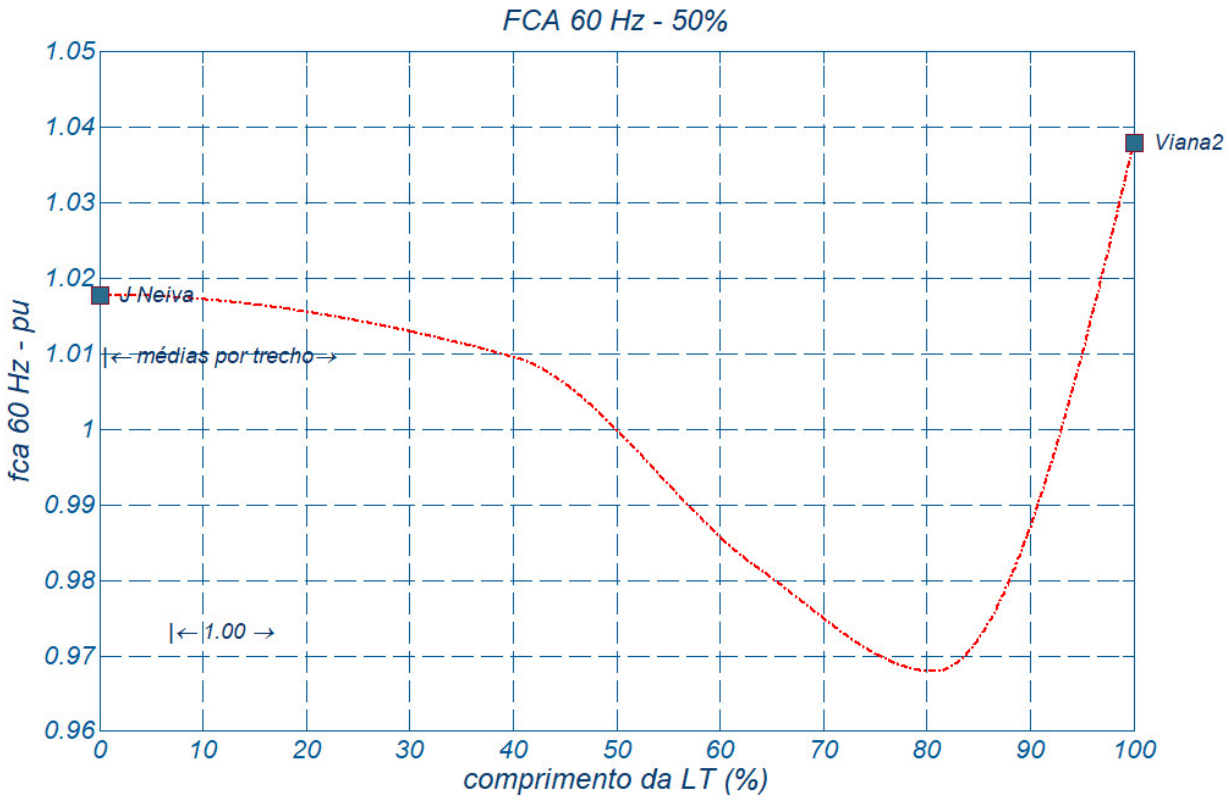


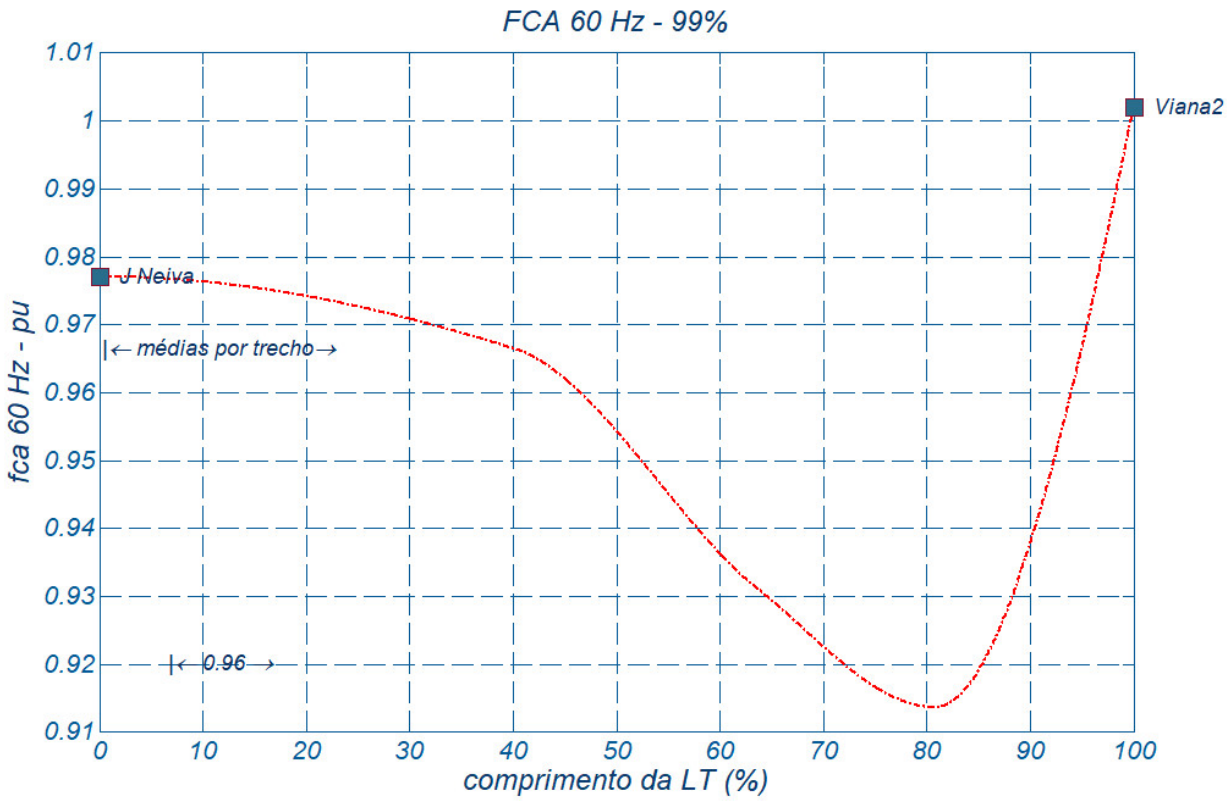

FCA IMPULSO ATMOSFÉRICO - 50%
fca impulso atmosférico - pu
comprimento da LT (%)
Jaíba
Janaúba
GValadare
Capelinha
|← médias por trecho
|← 0.98 →
|← 0.93 →
|← 0.98 →
1.02
1
0.98
0.96
0.94
0.92
0.9
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

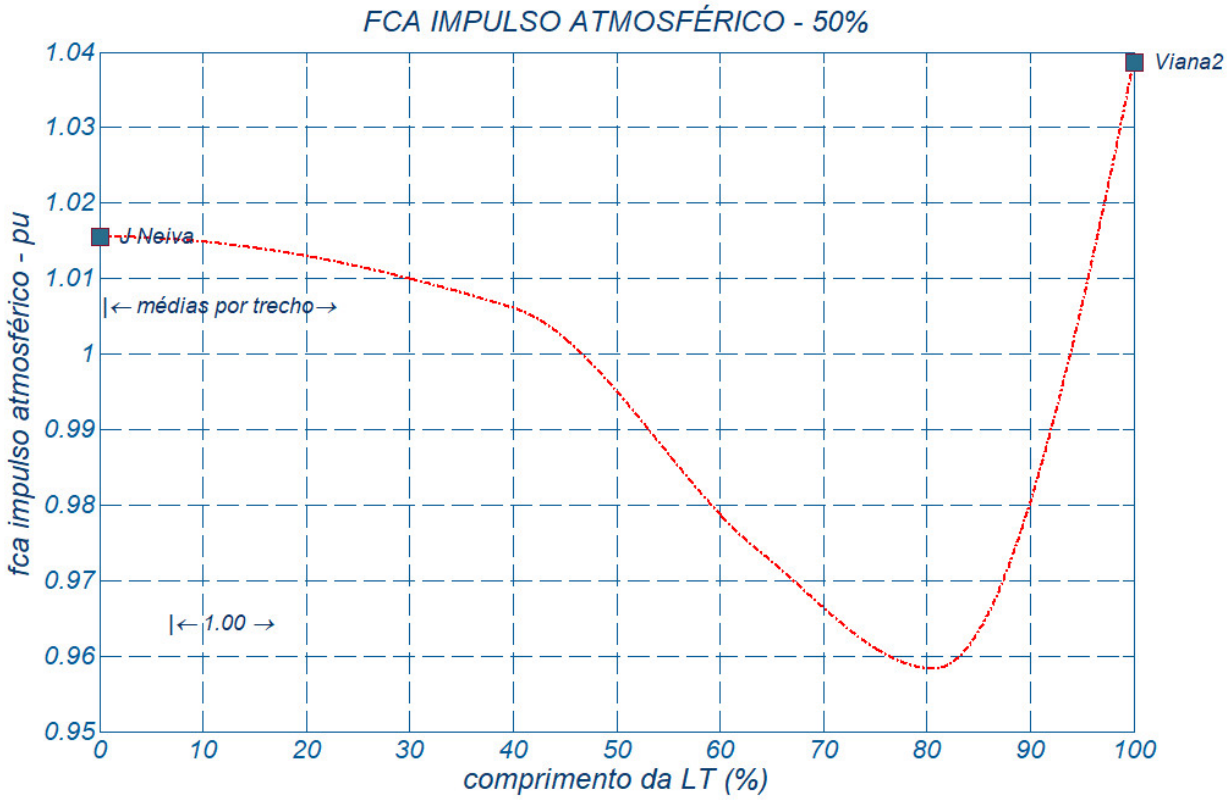

FCA IMPULSO ATMOSFÉRICO - 90%
fca impulso atmosférico - pu
comprimento da LT (%)
Jaíba
Janaúba
GValadare
Capelinha
|← médias por trecho
|← 0.96 →
|← 0.91 →
|← 0.96 →
1.02
1
0.98
0.96
0.94
0.92
0.9
0.88
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

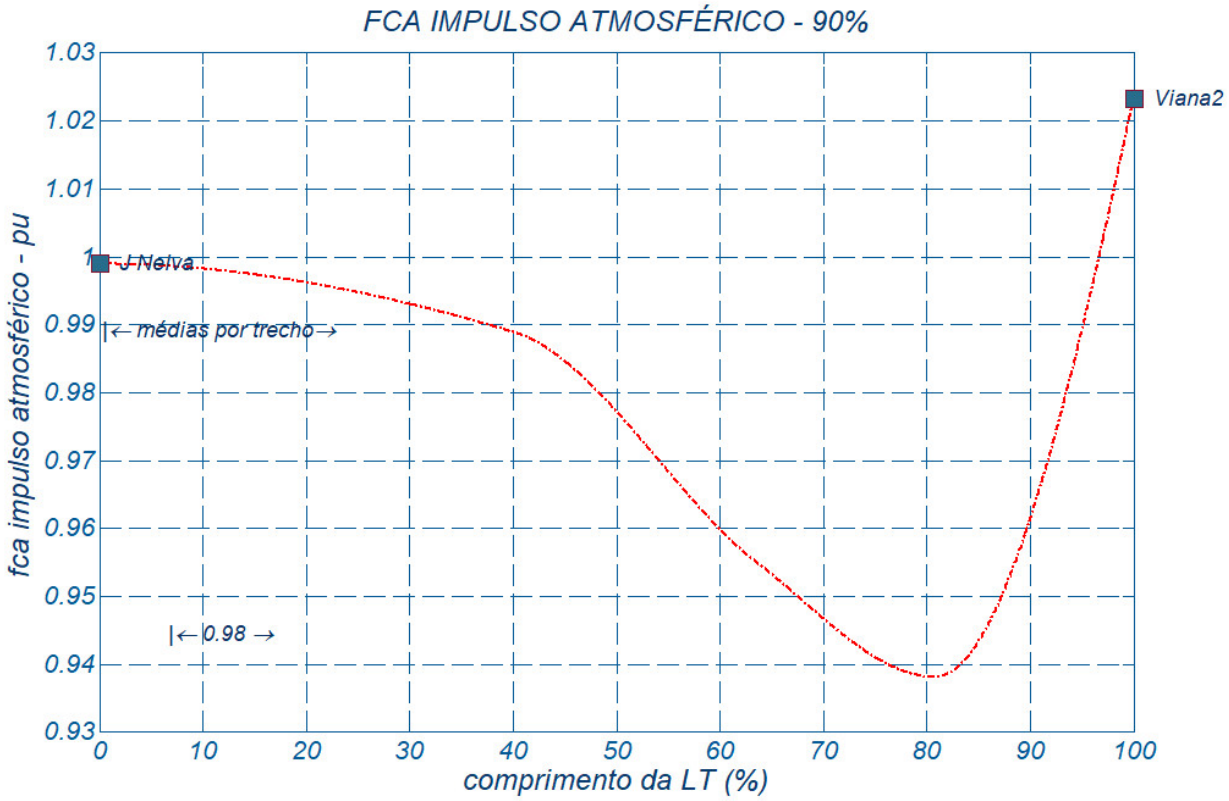

FCA SURTOS DE MANOBRA - 50%
fca surto de manobra - pu
comprimento da LT (%)
Jaíba
Janaúba
GValadare
Capelinha
|← médias por trecho
|← 0.98 →
|← 0.95 →
|← 0.98 →
1.01
1
0.99
0.98
0.97
0.96
0.95
0.94
0.93
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

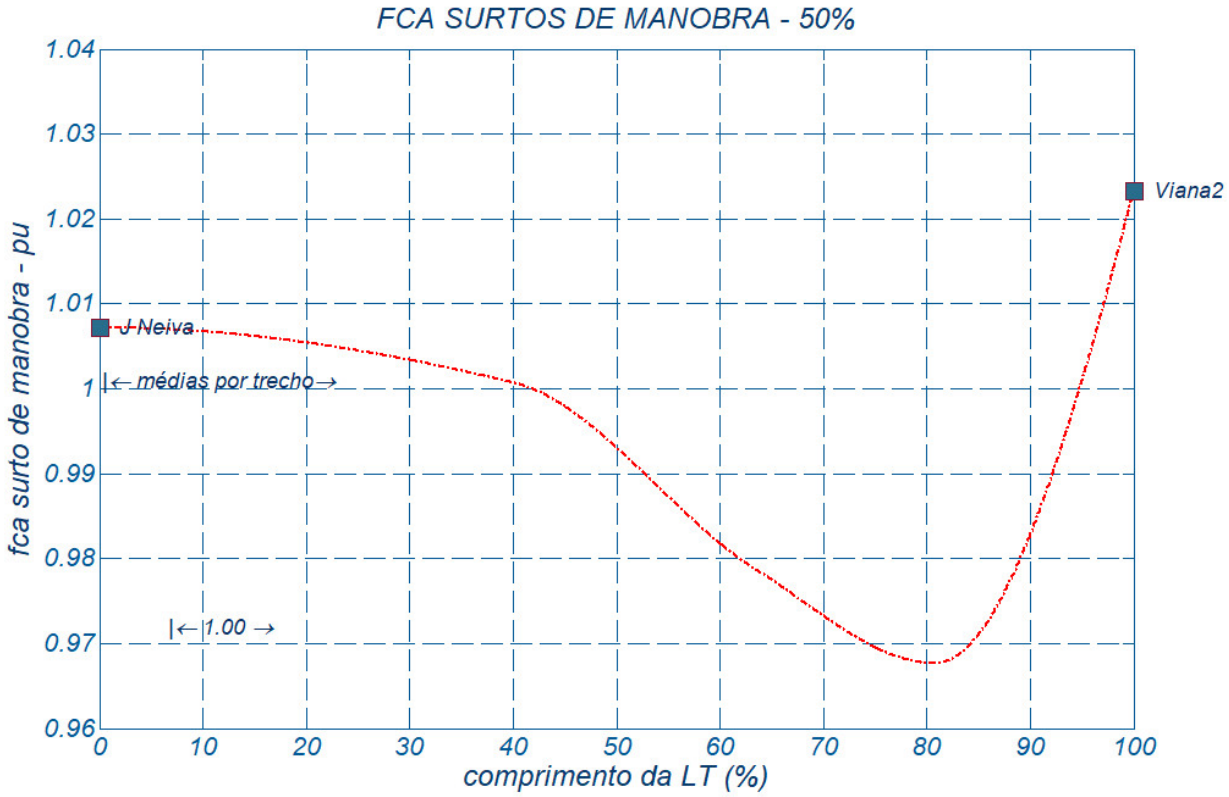

FCA SURTOS DE MANOBRA - 90%
fca surto de manobra - pu
comprimento da LT (%)
Jaíba
Janaúba
GValadare
Capelinha
|← médias por trecho
|← 0.96 →
|← 0.93 →
|← 0.96 →
1
0.99
0.98
0.97
0.96
0.95
0.94
0.93
0.92
0.91
0.9
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

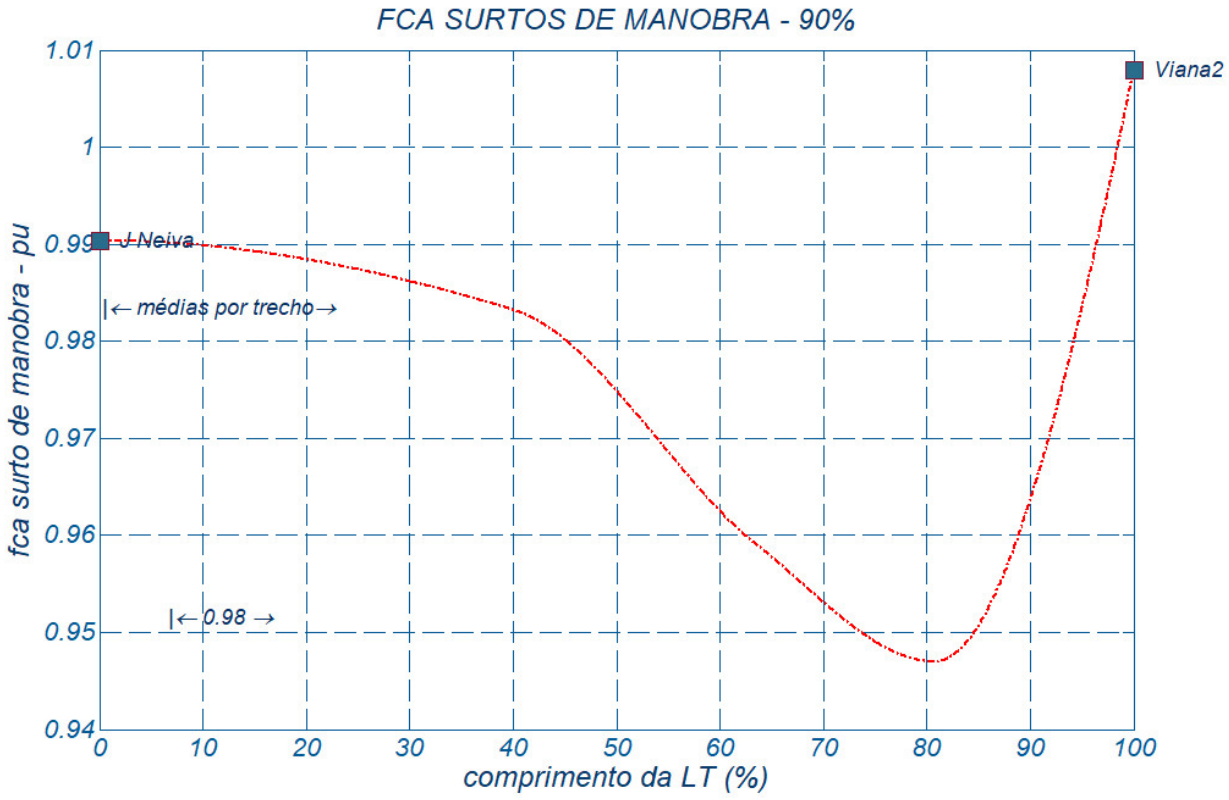

FCA 60 Hz - 50%
fca 60 Hz - pu
comprimento da LT (%)
Viana2
Neiva
|← médias por trecho →
|← 1.00 →
1.05
1.04
1.03
1.02
1.01
1
0.99
0.98
0.97
0.96
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100


FCA 60 Hz - 99%
fca 60 Hz - pu
comprimento da LT (%)
Viana2
Neiva
|← médias por trecho →
|← 0.96 →
1.01
1
0.99
0.98
0.97
0.96
0.95
0.94
0.93
0.92
0.91
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

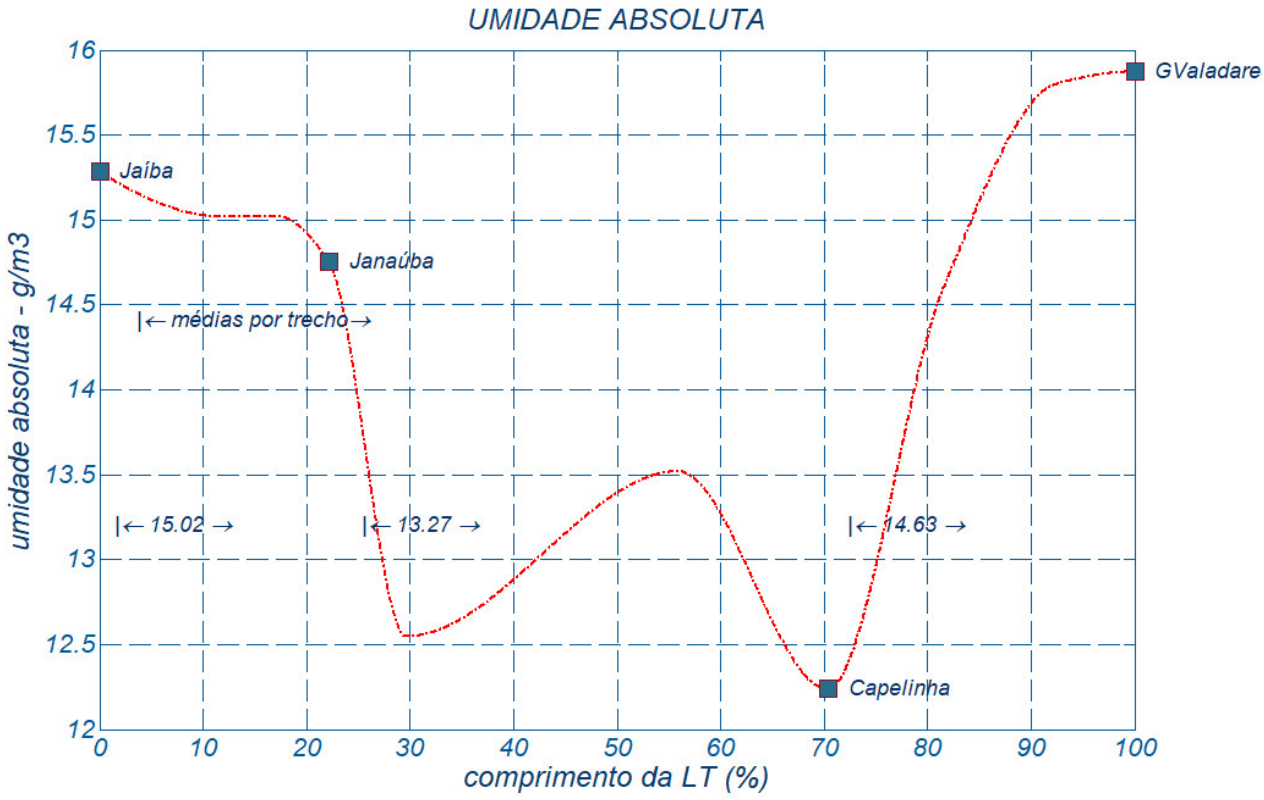

FCA IMPULSO ATMOSFÉRICO - 50%
fca impulso atmosférico - pu
comprimento da LT (%)
J-Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 1.00 →
1.04
1.03
1.02
1.01
1
0.99
0.98
0.97
0.96
0.95
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

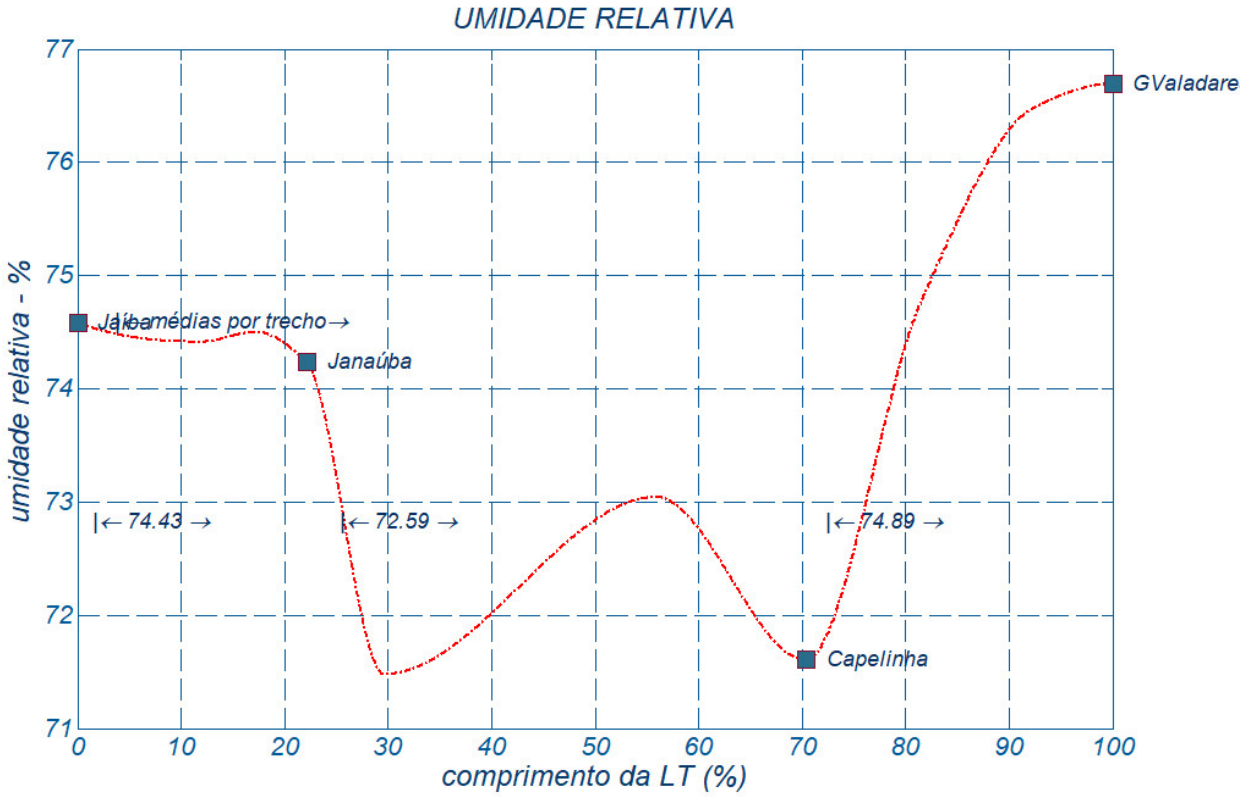

FCA IMPULSO ATMOSFÉRICO - 90%
fca impulso atmosférico - pu
comprimento da LT (%)
J-Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 0.98 →
1.03
1.02
1.01
1
0.99
0.98
0.97
0.96
0.95
0.94
0.93
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

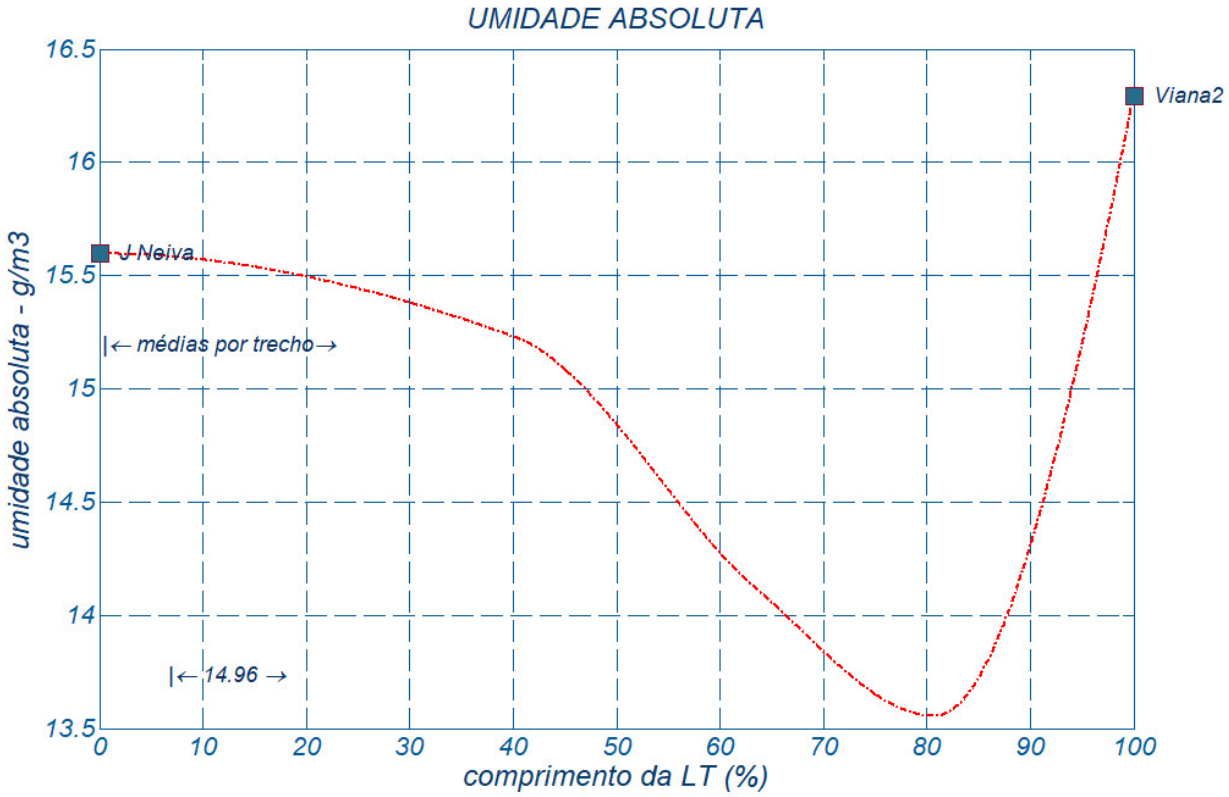

FCA SURTOS DE MANOBRA - 50%
fca surto de manobra - pu
comprimento da LT (%)
J Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 1.00 →
1.04
1.03
1.02
1.01
1
0.99
0.98
0.97
0.96
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

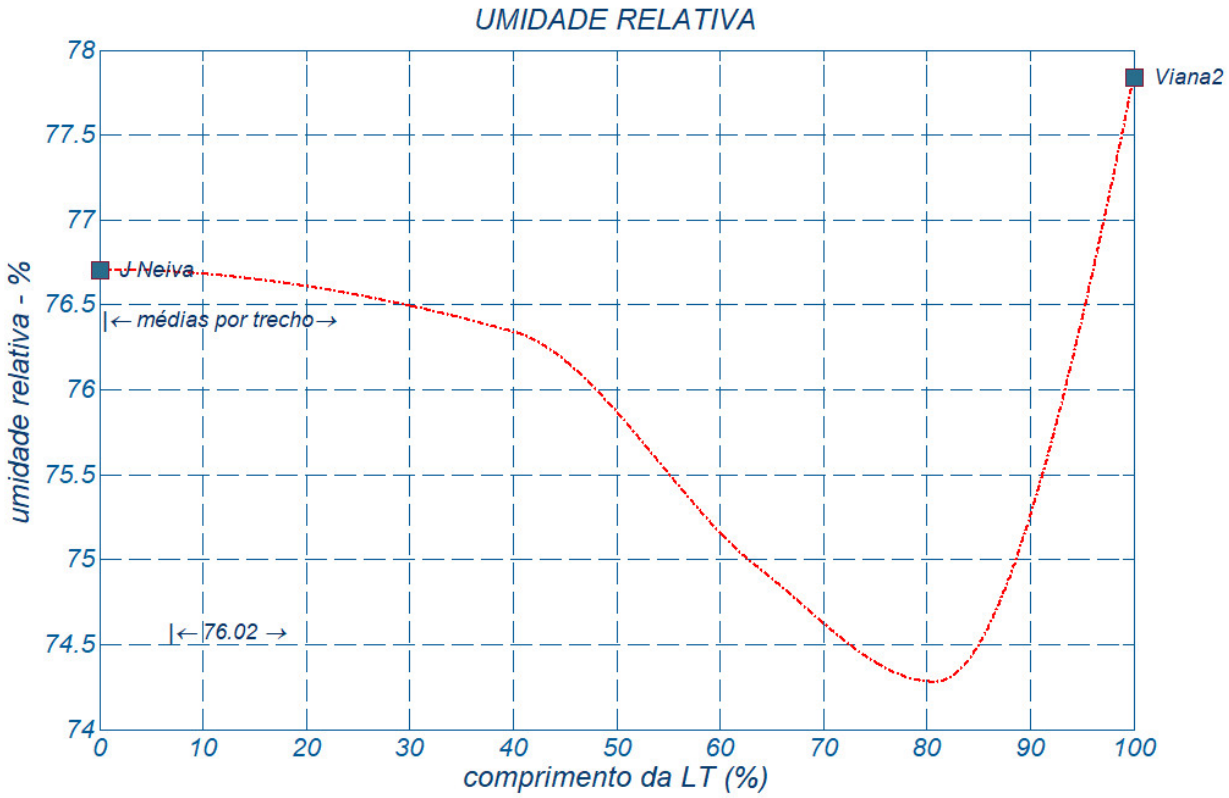

FCA SURTOS DE MANOBRA - 90%
fca surto de manobra - pu
comprimento da LT (%)
J Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 0.98 →
1.01
1
0.99
0.98
0.97
0.96
0.95
0.94
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

Anexo 8 Mapas das umidades do ar

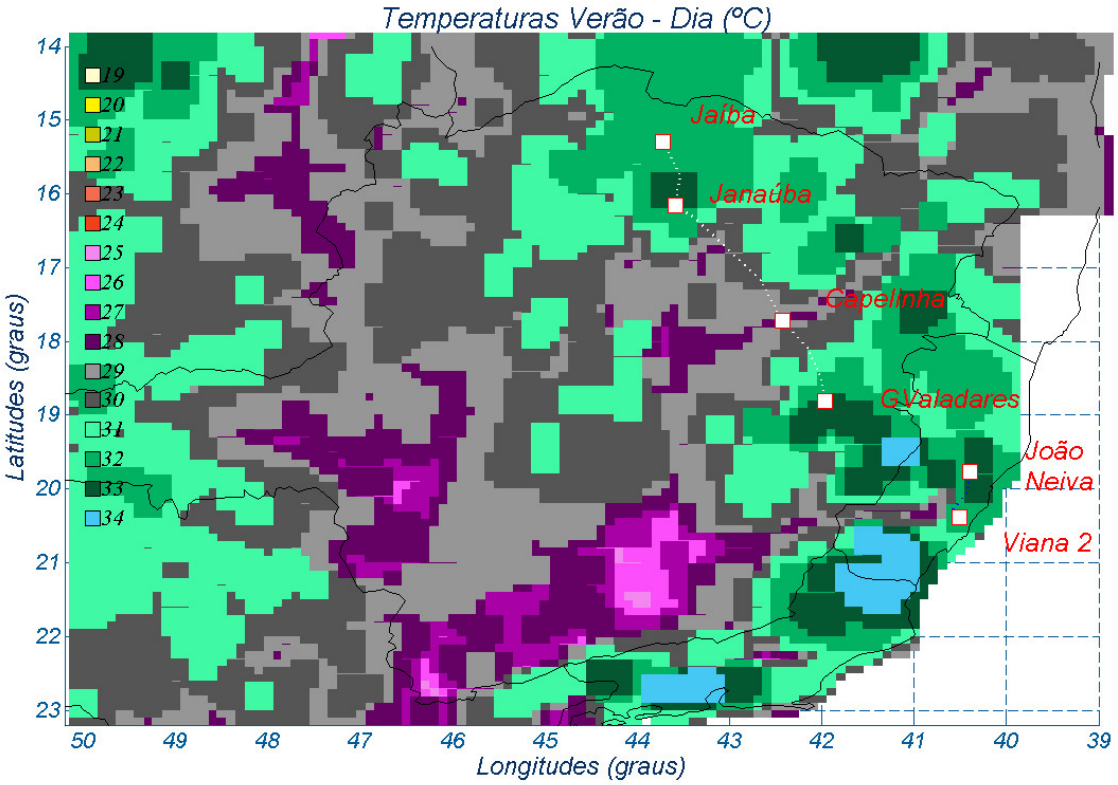


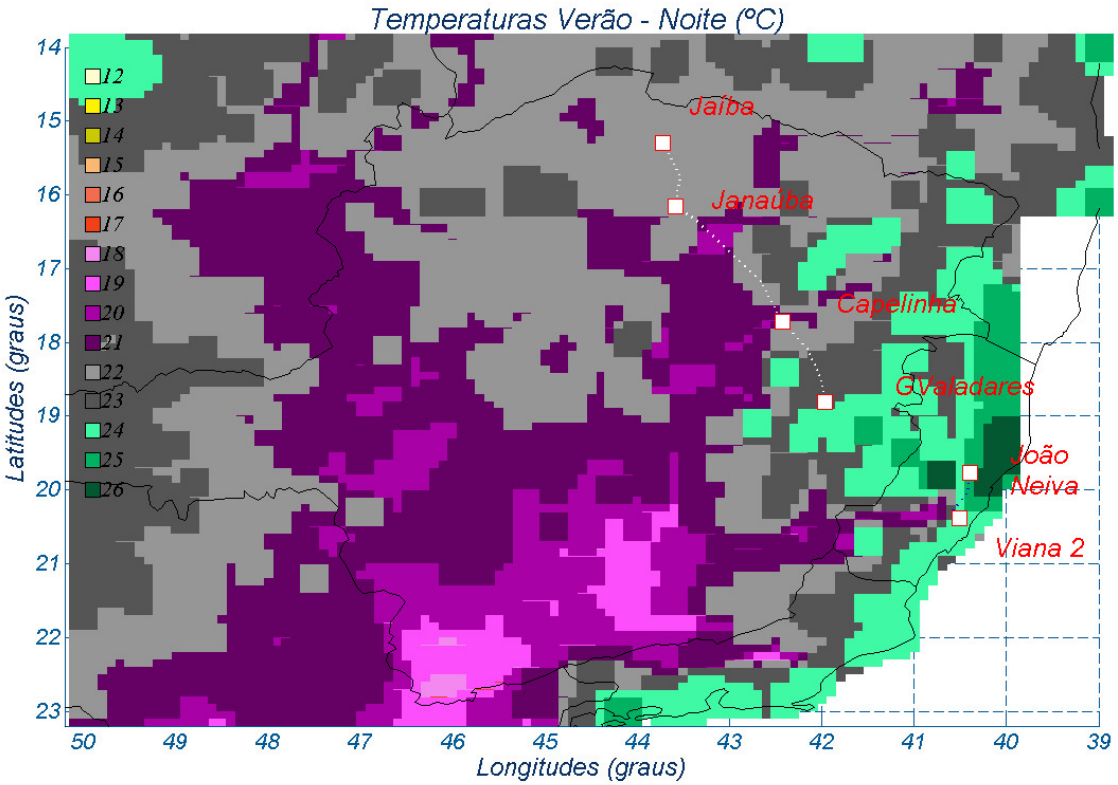


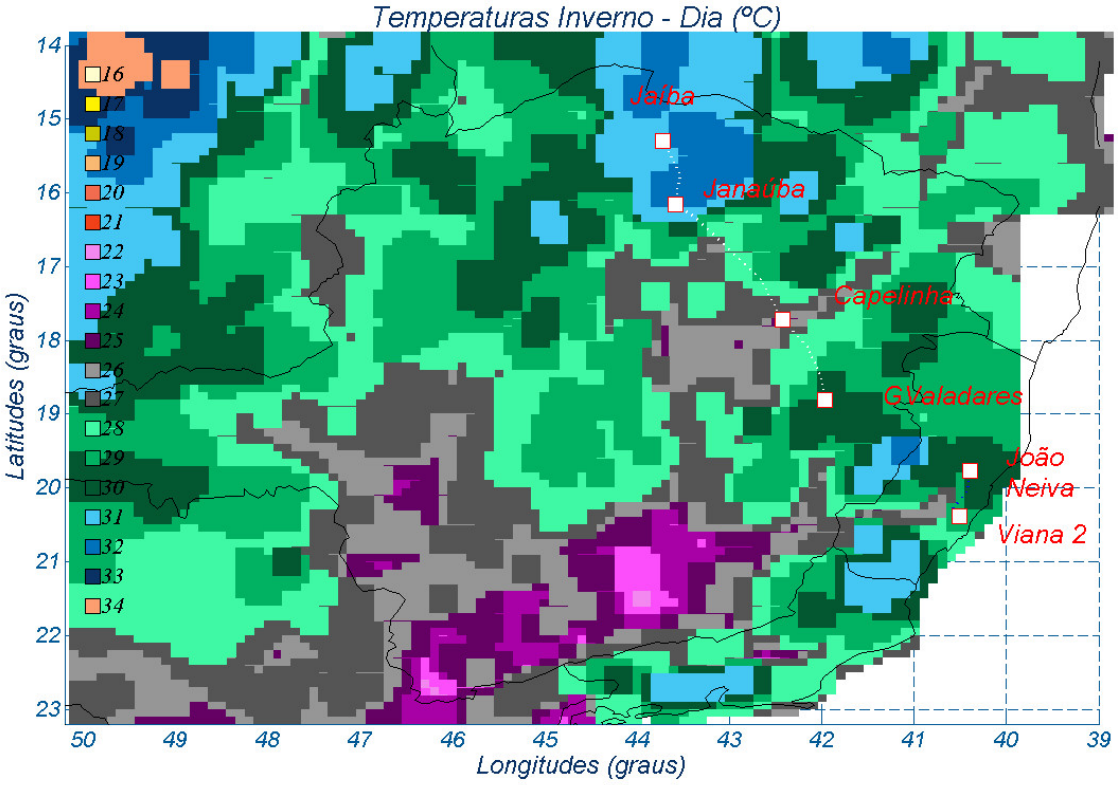

UMIDADE ABSOLUTA
umidade absoluta - g/m3
comprimento da LT (%)
J Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 14.96 →
16.5
16
15.5
15
14.5
14
13.5
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

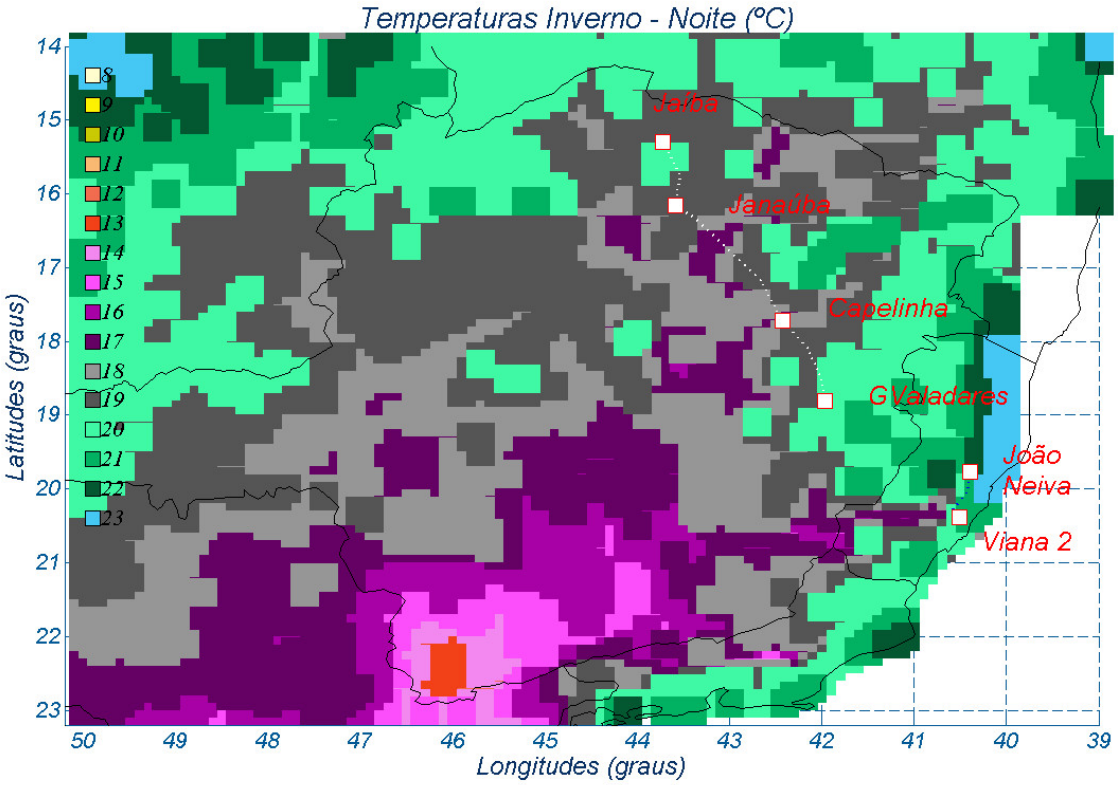

UMIDADE RELATIVA
umidade relativa - %
comprimento da LT (%)
J Neiva
Viana2
|← médias por trecho →
|← 76.02 →
78
77.5
77
76.5
76
75.5
75
74.5
74
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

Anexo 9 Mapas das temperaturas para ampacidade sazonal






Temperaturas Inverno - Dia (ºC)
Latitudes (graus)
Longitudes (graus)
Jaíba
Janaúba
Capelinha
GValadares
João Neiva
Viana 2


Temperaturas Inverno - Noite (ºC)
Latitudes (graus)
Longitudes (graus)
Jaíba
Janaúba
Capelinha
GValadares
João Neiva
Viana 2

02	REVISADO CONFORME COMENTÁRIOS	01/09/2022	AQ/SHF/APC	AQ	JCS
01	EMISSÃO INICIAL	01/09/2022	AQ/SHF/APC	AQ	JCS
Rev.	**Descrição das Revisões**	**Data**	**Elaborado**	**Verificado**	**Aprovado**

LOTE "03" DO LEILÃO 001/2022

LT CD 500 kV JAÍBA – JANAÚBA 6 C1 e C2
LT CD 500 kV JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV CAPELINHA 3 – GOV. VALADARES 6 C1 e C2
LT CS 500 kV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1
LT CS 345 kV VIANA 2 – VIANA C3

PROJETO BÁSICO

ELAB.	**VERIF.**	**APROV.**	**VELOCIDADE DE VENTO E CARREGAENTO DEVIDO AO VENTO**		
AQ/SHF/APC	AQ	JCS			
RESP. TÉC.	**CREA**	**DATA**	Nº DOC BR-LOT3-71450-L-00-D0003_01	**FOLHA**	**REV.**
Joel da Costa Souza	200158892-5	01/09/2022		1/92	01

ÍNDICE

1. OBJETIVO 3
2. Ventos Básicos de Projeto 3
   2.2. Períodos de Retorno Adotados 4
3. Carregamentos Devidos ao Vento 4
   3.1. Vento Extremo 4
   3.2. Vento Nominal 7
   3.3. Pressão de Vento de Tormentas Elétricas 9
   3.4. Ventos para Cálculo dos Ângulos de Balanço 12
4. Referências 13

Anexo 1 – memorial descritivo das velocidadades de vento 14

1. OBJETIVO

1.1 Definir as pressões de vento a serem utilizadas no projeto da linha de transmissão em circuito simples pertencente ao Lote 3 do Leilão 001/2022 listadas abaixo:

- LT CD 500 kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2
- LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Capelinha 3 – Govenador Valadares 6, C1 e C2
- LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1
- LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3

1.2 Definir as pressões associadas a essas velocidades atuando nos cabos, cadeias de isoladores e estruturas, necessárias para as seguintes fases do projeto:

a) Cálculo das cargas e definição das hipóteses de carregamento a serem consideradas no dimensionamento das estruturas;

b) Cálculo dos ângulos de balanço das cadeias a serem considerados nos estudos de coordenação do isolamento;

c) Cálculo do ângulo de balanço dos cabos e cadeias a ser considerado na definição da largura da faixa de servidão;

d) Cálculo mecânico dos condutores e cabos para-raios.

2. VENTOS BÁSICOS DE PROJETO

2.1. Conforme relatório técnico de isótacas máximas apresentado no Anexo 1 foram recomendadas as velocidades de vento constantes da Tabela 2.1, para terreno tipo B (conforme tabela 1 da NBR 5422), de forma a subsidiarem as hipóteses de carga normalmente utilizadas no dimensionamento de estruturas aéreas de transmissão.

Tabela 2.1 – Velocidades de projeto (km/h),
terrenos tipo B, medições feitas a 10 m de altura

período de retorno/ tempo de média	**LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2 CD**	**LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3,C1 e C2 CS**	**LT 500 kV Capelinha – Gov. Valadares 6,C1 e C2 CS**	**LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C2,CS**	**LT 345kV Viana 2 – Viana C3,CS**
Extensão (km)	102/40 km	220 km	135 km	77 km	7,5 km
Cabo condutor	AAAC 998 kcmil	AAAC 838 kcmil	AAAC 838 kcmil	AAAC 838 kcmil	AAAC 993 kcmil
250 anos, 10 minutos	95	95	115	115	115
250 anos, 3 segundos	150	150	180	180	180
50 anos, 10 minutos	80	80	100	100	100
50 anos, 30 segundos	105	105	130	130	130
2 anos, 30 segundos	70	70	70	80	80

2.2. Períodos de Retorno Adotados

2.2.1 Conforme exigido no Edital as linhas de transmissão estão sendo projetadas para resistir, sem falhas, às cargas mecânicas produzidas por ventos com períodos de retorno de 250 anos.

2.2.2 As cargas atuando nos cabos, cadeias de isoladores e estruturas estão sendo calculadas utilizando a metodologia constante da norma IEC 60826.

2.2.3 Adicionalmente, as estruturas serão dimensionadas para suportar ação de ventos de alta intensidade decorrentes de tormentas elétricas.

2.2.4 Para cálculo dos ângulos de balanço das cadeias associados aos espaçamentos elétricos correspondentes à tensão máxima operativa está sendo adotada velocidade do vento com período de retorno de 50 anos, superior ao especificado no Edital (30 anos).

2.2.5 Para cálculo dos ângulos de balanço das cadeias associados aos espaçamentos elétricos correspondentes a surtos de manobra está sendo adotada velocidade do vento com período de retorno de 2 anos (vento frequente).

2.2.6 Para cálculo do balanço de cabos e cadeias associado à definição da largura da faixa de servidão está sendo adotada velocidade do vento com período de retorno de 50 anos, superior ao estabelecido na NBR 5422:

2.2.7 A conversão dos valores indicados na tabela 2.2.7 para o cálculo dos ângulos de balanço e considerando a altura média dos condutores é obtida utilizando a seguinte expressão, conforme NBR 5422:

$$V_H = V.\left(\frac{h}{10}\right)^{1/n}$$ onde:

V_H Velocidade do vento atuando na altura “h”

h Altura média dos condutores

n Coeficiente obtido da tabela 2 da NBR 5422 para t = 30 s (n = 11, terreno B)

V Velocidade do vento para h = 10 m, tabela 2.1, em m/s,

Tabela 2.2.7 – Velocidade de Vento para Ângulo de Balanço

Linhas de transmissão	Altura de vento (m)	50 anos 30 segundos (m/s)	2 anos 30 segundos (m/s)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	25	31,70	21,13
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2			
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	23	31,46	20,97
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2	23	38,95	20,97
LT CS 500Kv João Neiva 2 – Viana 2, C1	23	38,95	23,97
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	19	38,28	23,56

3. CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO

3.1. Vento Extremo

3.1.1 Pressão Dinâmica de Referência

A partir do item 6.2.5 da norma IEC 60826, obtém-se:

$$q_0 = \frac{1}{2x9,81}\mu V_R^2$$ onde:

q_0 Pressão dinâmica de referência, em kgf/m^2

μ Massa específica do ar em kg/m³ para temperatura mínima média e altitude média das LT, conforme referência [4]

V_R Velocidade do vento extremo (250 anos, 10 min) em m/s (tabela 2.1)

Tendo como resultado:

Linhas de transmissão	μ (kg/m³)	VR (m/s)	q0 (kgf/m²)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	1,1438	26,39	**41**
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	1,1345	26,39	**41**
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	1,1059	26,39	**40**
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2	1,1553	31,94	**61**
LT CS 500Kv João Neiva 2 – Viana 2, C1	1,1682	31,95	**61**
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	1,1948	31,95	**63**

3.1.2 Pressão do Vento Extremo nos Cabos

A partir do item 6.2.6.1 e figuras 3 e 4 da norma IEC 60826, obtém-se:

$P_{cabos} = q_0 C_{XC} G_C G_L \text{sen}^2 \Omega$ onde:

q_0 Pressão dinâmica de referência, em kgf/m²

C_{XC} 1,00

G_C Fator de vento combinado para cabos obtido em função da altura média do condutor ou da altura média (h_m cond) do cabo para-raios (h_m P-raios) .

G_L Fator de vão obtido em função do vão adotado para cálculo (500m - 500kV) e (450m – 345 kV)

Ω Ângulo formado pela direção do vento com a direção dos cabos

Para ventos atuando no sentido transversal (Ω = 90°), foram calculadas as seguintes pressões:

Linhas de transmissão	q0 (kgf/m$^{2)}$	h_m cond (m)	G_C Cond	h_m P-raios (m)	G_C P-raio	G_L	P cabos (kgf/m²)	
							Cond	P raios
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	**41**	25	2,1778	40	2,3533	0,9153	**82**	**89**
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	**41**	25	2,1778	40	2,3533	0,9153	**82**	**89**
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	**40**	23	2,1467	34	2,2926	0,9153	**79**	**84**
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2	**61**	23	2,1467	34	2,2926	0,9153	**120**	**129**
LT CS 500Kv João Neiva 2 – Viana 2, C1	**61**	23	2,1467	34	2,2926	0,9153	**120**	**129**
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	**63**	19	2,0754	27	2,2065	0,9305	**122**	**130**

3.1.3 Pressão do Vento Extremo nas Cadeias de Isoladores

A partir do item 6.2.6.3 e figura 5 da norma IEC 60826, obtém-se:

$P_{isol} = q_0 C_{Xi} G_T$ onde:

q_0 (Ver item 3.1.1)

C_{Xi} 1,20

G_T Fator de vento combinado obtido em função da altura média (hm Isol) dos isoladores

Resultando em:

Linhas de transmissão	h_m isol (m)	G_t	P isol (kgf/m²)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	**47**	2,5280	**125**
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	**47**	2,5280	**125**
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	**38**	2,4344	**117**
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2	**38**	2,4344	**179**
LT CS 500Kv João Neiva 2 – Viana 2, C1	**38**	2,4344	**179**
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	**34**	2,3824	**181**

3.1.4 Carga do Vento Extremo nas Estruturas Atuando na Direção do Vento

A partir do item 6.2.6.4.1 e figuras 5, 6 e 7 da norma IEC 60826, obtém-se:

$F_{estrut} = q_0 G_T \left(1 + 0{,}2\,\mathrm{sen}^2 2\Theta\right) \left(S_{T1} C_{XT1} \cos^2 \Theta + S_{T2} C_{XT2}\, \mathrm{sen}^2 \Theta\right)$ kgf onde:

q_0 (Ver item 3.1.1)

G_T Fator de vento combinado, obtido da figura 5 da norma IEC 60826 em função da altura em relação ao solo do centro de gravidade do painel em consideração

S_{T1} e S_{T2} Área líquida das faces 1 e 2 do painel em consideração, em m^2

C_{XT1} e C_{XT2} Coeficiente de arrasto das faces 1 e 2 do painel em consideração, obtido da figura 7 da norma IEC 60826

Θ Ângulo formado pela direção do vento com a perpendicular à face 1, conforme figura 6 da norma IEC 60826

Para Θ = 0° (vento transversal), obtém-se:

- LT 500kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2

Para Θ = 0° (vento transversal), obtém-se:

$\mathbf{F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.G_T.S_{T1}.C_{XT1}}$ **kgf**

Para Θ = 15°, obtém-se:

$\mathbf{F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}05.G_T.(0{,}933S_{T1}C_{XT1}+0{,}067S_{T2}C_{XT2})}$ **kgf**

Para Θ = 30°, obtém-se:

$\mathbf{F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}15.G_T.(0{,}75S_{T1}C_{XT1}+0{,}25S_{T2}C_{XT2})}$ **kgf**

Para Θ = 45°, obtém-se:

$\mathbf{F_{estrutura\ LT\ 500\ KV} = q0.0{,}6.G_T.(S_{T1}C_{XT1}+S_{T2}C_{XT2})}$ **kgf**

- LT 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2

Para Θ = 0° (vento transversal), obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.G_T.S_{T1}.C_{XT1}\ \ kgf$$

Para Θ = 15°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}05.G_T.(0{,}933S_{T1}C_{XT1}+0{,}067S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 30°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}15.G_T.(0{,}75S_{T1}C_{XT1}+0{,}25S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 45°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500\ KV} = q0.0{,}6.G_T.(S_{T1}C_{XT1}+S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- LT 500kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 3 C1 e C2

Para Θ = 0° (vento transversal), obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.G_T.S_{T1}.C_{XT1}\ \ kgf$$

Para Θ = 15°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}05.G_T.(0{,}933S_{T1}C_{XT1}+0{,}067S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 30°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}15.G_T.(0{,}75S_{T1}C_{XT1}+0{,}25S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 45°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500\ KV} = q0.0{,}6.G_T.(S_{T1}C_{XT1}+S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- LT 500kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2

Para Θ = 0° (vento transversal), obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.G_T.S_{T1}.C_{XT1}\ \ kgf$$

Para Θ = 15°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}05.G_T.(0{,}933S_{T1}C_{XT1}+0{,}067S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 30°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}15.G_T.(0{,}75S_{T1}C_{XT1}+0{,}25S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 45°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500\ KV} = q0.0{,}6.G_T.(S_{T1}C_{XT1}+S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- LT 500kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

Para Θ = 0° (vento transversal), obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.G_T.S_{T1}.C_{XT1}\ \ kgf$$

Para Θ = 15°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}05.G_T.(0{,}933S_{T1}C_{XT1}+0{,}067S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 30°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}15.G_T.(0{,}75S_{T1}C_{XT1}+0{,}25S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 45°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500\ KV} = q0.0{,}6.G_T.(S_{T1}C_{XT1}+S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- LT 345kV Viana 2 – Viana C3, CS

Para Θ = 0° (vento transversal), obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 345KV} = q0.G_T.S_{T1}.C_{XT1}\ \ kgf$$

Para Θ = 15°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 345KV} = q0.1{,}05.G_T.(0{,}933S_{T1}C_{XT1}+0{,}067S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 30°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 345KV} = q0.1{,}15.G_T.(0{,}75S_{T1}C_{XT1}+0{,}25S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 45°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 345\ KV} = q0.0{,}6.G_T.(S_{T1}C_{XT1}+S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

3.2. Vento Nominal

3.2.1 Pressão Dinâmica de Referência

A partir do item 6.2.5 da norma IEC 60826, obtém-se:

$$q_0 = \frac{1}{2x9{,}81}\mu V_R^2 \qquad \text{onde:}$$

q_0 Pressão dinâmica de referência, em kgf/m^2

μ Massa específica do ar em kg/m³ para temperatura mínima média e altitude média das LT, conforme referência [4]

V_R Velocidade do vento nominal (50 anos, 10 min) em m/s (tabela 2.1)

Tendo como resultado:

Linhas de transmissão	μ (kg/m³)	VR (m/s)	q0 (kgf/m²)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	1,1438	22,22	**29**
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	1,1345	22,22	**29**
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	1,1059	22,22	**28**
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2	1,1553	27,78	**46**
LT CS 500Kv João Neiva 2 – Viana 2, C1	1,1682	27,78	**46**
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	1,1948	27,78	**47**

3.2.2 Pressão do Vento Nominal nos Cabos

A partir do item 6.2.6.1 e figuras 3 e 4 da norma IEC 60826, obtém-se:

$$P_{cabos} = q_0 C_{XC} G_C G_L \operatorname{sen}^2 \Omega \qquad \text{onde:}$$

q_0 Pressão dinâmica de referência, em kgf/m²

C_{XC} 1,00

G_C Fator de vento combinado para cabos obtido em função da altura média do condutor ou da altura média (h_m cond) do cabo para-raios (h_m P-raios) .

G_L Fator de vão obtido em função do vão adotado para cálculo (500m - 500kV) e (450m – 345 kV)

Ω Ângulo formado pela direção do vento com a direção dos cabos

Para ventos atuando no sentido transversal (Ω = 90°), foram calculadas as seguintes pressões:

Linhas de transmissão	q0 (kgf/m²)	h_m cond (m)	G_C Cond	h_m P-raios (m)	G_C P-raio	G_L	P cabos (kgf/m²)	
							Cond	P raios
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	**29**	25	2,1778	41	2,3533	0,9153	**58**	**63**
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	**29**	25	2,1778	41	2,3533	0,9153	**58**	**63**
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	**28**	23	2,1467	34	2,2926	0,9153	**55**	**59**
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2	**46**	23	2,1467	34	2,2926	0,9153	**90**	**97**
LT CS 500Kv João Neiva 2 – Viana 2, C1	**46**	23	2,1467	34	2,2926	0,9153	**90**	**97**
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	**47**	19	2,0754	27	2,2065	0,9305	**91**	**97**

3.3. Pressão de Vento de Tormentas Elétricas

3.3.1 Introdução

3.3.1.1 Os ventos decorrentes de tormentas elétricas apresentam as seguintes características:

a) Alta intensidade;

b) Pouca variação em relação à altura de atuação;

c) Frente estreita, não superior a 100 metros.

3.3.1.2 As velocidades de vento assinaladas como de 3 segundos já retratam a real relação entre as séries históricas de 10 minutos e de 3 segundos. Os seus valores numéricos incorporam um fator de rajada realista e não requer correção adicional.

3.3.1.3 Como esse tipo de vento tem frente estreita, se o mesmo atingir uma estrutura da linha de transmissão (caso mais desfavorável), atuará simultaneamente sobre um trecho significativamente reduzido dos cabos situados nos vãos adjacentes à estrutura afetada.

3.3.1.4 De modo a levar em conta essa característica a pressão resultante desse vento atuando sobre os cabos será multiplicada por um fator redutor igual a 0,25. O vento de tormentas não será corrigido para variações da altura de atuação.

3.3.2 Pressão Dinâmica de Referência

3.3.2.1 Considerando a fórmula da pressão dinâmica de referência indicada no item 3.1.1 e sendo a velocidade do vento de tormentas (150 anos, 3 segundos) indicada no item 2.1, tem-se:

Linhas de transmissão	μ (kg/m³)	VR (m/s)	q0 (kgf/m²)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	1,1438	41,67	**102**
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	1,1345	41,67	**102**
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	1,1059	41,67	**98**
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2	1,1553	50,00	**148**
LT CS 500Kv João Neiva 2 – Viana 2, C1	1,1682	50,00	**149**
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	1,1948	50,00	**153**

3.3.3 Pressões Atuando nos Cabos

3.3.3.1 Conforme item 3.3.1.4, tem-se:

$P_{cabos} = q_0 \times 0{,}25$ kgf/m^2

Linhas de transmissão	P_{cabos} (kgf/m²)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	**26**
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	**26**
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	**25**
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2	**37**
LT CS 500Kv João Neiva 2 – Viana 2, C1	**37**
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	**38**

3.3.4 Pressão Atuando nas Cadeias de Isoladores

$P_{isol} = q_0 \times 1{,}2$ kgf/m^2

Linhas de transmissão	P_{isol} (kgf/m²)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	**122**
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	**122**
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	**118**
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2	**178**
LT CS 500Kv João Neiva 2 – Viana 2, C1	**179**
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	**184**

3.3.5 Carga de Vento de Tormenta nas Estruturas Atuando na Direção do Vento

- LT 500kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2

Para Θ = 0° (vento transversal), obtém-se:

$$\mathbf{F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.G_T.S_{T1}.C_{XT1}\ kgf}$$

Para Θ = 15°, obtém-se:

$$\mathbf{F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}05.G_T.(0{,}933S_{T1}C_{XT1}+0{,}067S_{T2}C_{XT2})\ kgf}$$

Para Θ = 30°, obtém-se:

$$\mathbf{F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}15.G_T.(0{,}75S_{T1}C_{XT1}+0{,}25S_{T2}C_{XT2})\ kgf}$$

Para Θ = 45°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500\ KV} = q0.0{,}6.G_T.(S_{T1}C_{XT1}+S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- LT 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2

Para Θ = 0° (vento transversal), obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.G_T.S_{T1}.C_{XT1}\ \ kgf$$

Para Θ = 15°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}05.G_T.(0{,}933S_{T1}C_{XT1}+0{,}067S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 30°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}15.G_T.(0{,}75S_{T1}C_{XT1}+0{,}25S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 45°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500\ KV} = q0.0{,}6.G_T.(S_{T1}C_{XT1}+S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- LT 500kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 3 C1 e C2

Para Θ = 0° (vento transversal), obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.G_T.S_{T1}.C_{XT1}\ \ kgf$$

Para Θ = 15°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}05.G_T.(0{,}933S_{T1}C_{XT1}+0{,}067S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 30°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}15.G_T.(0{,}75S_{T1}C_{XT1}+0{,}25S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 45°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500\ KV} = q0.0{,}6.G_T.(S_{T1}C_{XT1}+S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- LT 500kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2

Para Θ = 0° (vento transversal), obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.G_T.S_{T1}.C_{XT1}\ \ kgf$$

Para Θ = 15°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}05.G_T.(0{,}933S_{T1}C_{XT1}+0{,}067S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 30°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}15.G_T.(0{,}75S_{T1}C_{XT1}+0{,}25S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 45°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500\ KV} = q0.0{,}6.G_T.(S_{T1}C_{XT1}+S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- LT 500kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

Para Θ = 0° (vento transversal), obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.G_T.S_{T1}.C_{XT1}\ \ kgf$$

Para Θ = 15°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}05.G_T.(0{,}933S_{T1}C_{XT1}+0{,}067S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 30°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500KV} = q0.1{,}15.G_T.(0{,}75S_{T1}C_{XT1}+0{,}25S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 45°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 500\ KV} = q0.0{,}6.G_T.(S_{T1}C_{XT1}+S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- LT 345kV Viana 2 – Viana C3, CS

Para Θ = 0° (vento transversal), obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 345KV} = q0.G_T.S_{T1}.C_{XT1}\ \ kgf$$

Para Θ = 15°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 345KV} = q0.1{,}05.G_T.(0{,}933S_{T1}C_{XT1}+0{,}067S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 30°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 345KV} = q0.1{,}15.G_T.(0{,}75S_{T1}C_{XT1}+0{,}25S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

- Para Θ = 45°, obtém-se:

$$F_{estrutura\ LT\ 345\ KV} = q0.0{,}6.G_T.(S_{T1}C_{XT1}+S_{T2}C_{XT2})\ \ kgf$$

3.4. Ventos para Cálculo dos Ângulos de Balanço

3.4.1 Utilizando a expressão constante do item 3.1.1 anterior obtêm-se as seguintes pressões dinâmicas de referência para os ventos indicados na tabela 2.2.8:

$$q_0 = \frac{1}{2x9{,}81}\mu V_R^2 \qquad \text{onde:}$$

q_0 Pressão dinâmica de referência, em kgf/m^2

μ Massa específica do ar em kg/m^3 para temperatura mínima média e altitude média das LT's, conforme referência [4]

V_R Velocidade de vento para ângulo de balanço, corrigida para altura do cabo condutor (conforme tabela 2.2.8)

Linhas de transmissão	μ (kg/m³)	T = 50 anos		T = 2 anos	
		VR (m/s)	q0 (kgf/m²)	VR (m/s)	q0 (kgf/m²)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	1,1438	31,70	59	21,13	27
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	1,1345	31,70	59	21,13	27

Linhas de transmissão	μ (kg/m³)	T = 50 anos		T = 2 anos	
		VR (m/s)	q0 (kgf/m²)	VR (m/s)	q0 (kgf/m²)
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	1,1059	31,46	56	20,97	26
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2	1,1553	38,95	90	20,97	26
LT CS 500KV João Neiva 2 – Viana 2, C1	1,1682	38,95	91	23,94	35
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	1,1948	38,28	90	23,56	34

4. REFERÊNCIAS

1 NBR 5422 – Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica.

2 Norma IEC 60826 – Design criteria of overhead transmission lines.

3 Relatório R3 – Caracterização e Análise Socioambiental - Linhas de Transmissão Lote 3

4 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0002_DADOS CLIMATOLÓGICOS, preparado para o LOTE 3 LEILÃO 01/2022

5 Kendall, G. R. – Statistical Analysis of Extreme Values – First Canadian Hydrology Conference, July 1959.

6 Cigré Working Group 22.06, “Probabilistic Design of Overhead Transmission (CIGRÉ Brochure 109 - 22-00 (WG-06)01, 1996

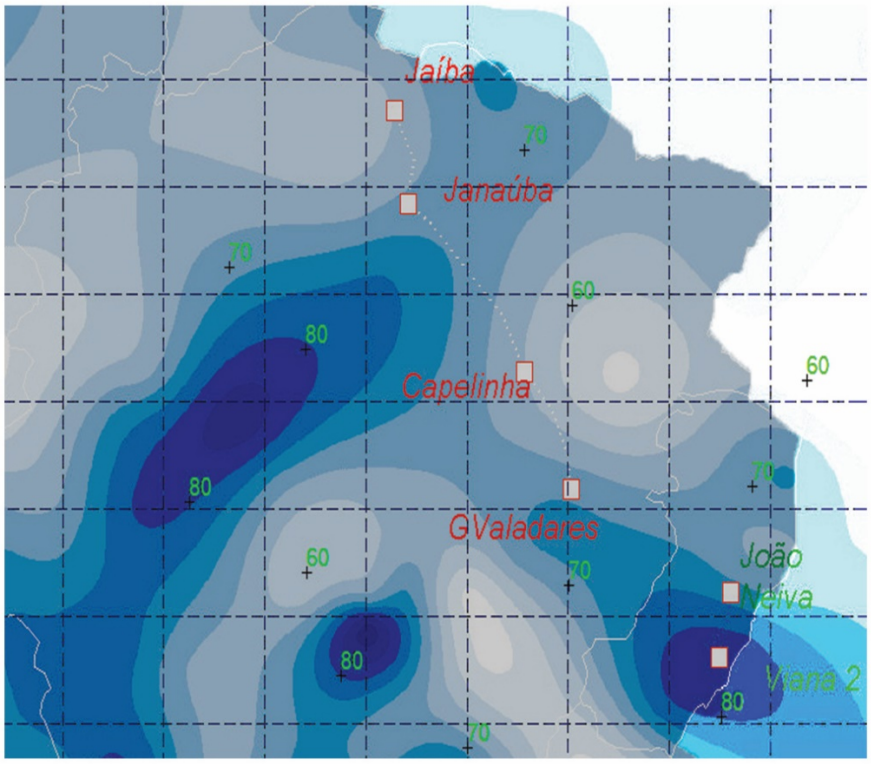
7 Silva Filho, J. I., Menezes Jr, A. A. – Mapeamento de Isótocas do Brasil, Relatório Técnico Cepel 851/82.

ANEXO 1 – MEMORIAL DESCRITIVO DAS VELOCIDADADES DE VENTO

Relatório Técnico
ENGEPRO Engenharia

Isótacas Máximas para as LTs do lote 3, leilão ANEEL 001/2022

BATÁVIA Engenharia



Preparado por Amauri A Menezes em 08/2022

Este Relatório Técnico apresenta o memorial descritivo para a determinação das isótacas máximas previstas para a(s) LT(s) acima citada(s). A reprodução parcial ou total deste documento só deve ser feita com a permissão do Contratante

1 Objetivo 2
2 Introdução 3
3 Características das estações 4
3.1 Critérios de regionalização 5
3.2 Rugosidade dos terrenos 14
4 Os mapeamentos 14
5 Ventos básicos de projeto 14
Anexo I Critérios a serem atendidos 19
A.I.1 Critérios para projeto mecânico (sic) 19
Anexo II Distribuição de Gumbel e velocidades máximas de vento 20
Anexo III Os ajustes da distribuição de Gumbel às amostras 22
Anexo IV Os mapeamentos de isótacas da região 65
Anexo V O problema da turbulência dos ventos no Brasil 70
Anexo VI Regionalização dos CVs das séries históricas 71
Critérios de regionalização dos coeficientes de variação 71
AVI.1 Para as séries de 10 minutos 71
AVI.2 Para as séries de 3 segundos 72
AVI.3 Para as séries de 30 segundos 72
Anexo VII Mitigação da Ação dos Ventos sobre LTs Aéreas 72
AVII.1 O desempenho esperado das LTs aéreas 73
AVII.2 E quando um revés inesperado acontecer? 73
AVII.3 As formas de aprimoramento contínuo 75
AVII.4 A distribuição de GUMBEL como alternativa isolada 76
AVII.5 Ventos determinísticos - quais são? 77

1 Objetivo

Este relatório apresenta os cálculos das velocidades elevadas de vento a serem esperadas para a região de implantação das LTs

LT 500 kV Jaíba - Janaúba 6, C1 e C2, CD;
LT 500 kV Janaúba 6 - Janaúba 3, C1 e C2, CD;
LT 500 kV Janaúba 6 - Capelinha 3, C1 e C2, CS;
LT 500 kV Capelinha 3 - Governador Valadares 6, C1 e C2, CS;
LT 500 kV João Neiva 2 - Viana 2, C1, CS;
LT 345 kV Viana 2 - Viana, C3, CS;

2 Introdução

O estudo admitirá a região de localização das linhas de transmissão citadas, tal como indicado nos mapas de isótacas e será subsidiado pelas estações abaixo indicadas (veja também a Tabela 3.1.1). Às séries de dados de velocidades máximas anuais, coletados nas estações localizadas nas vizinhanças do empreendimento, será aplicado o conceito da distribuição estatística de extremos de Gumbel. O Anexo II apresenta uma descrição dos métodos usuais mencionados para a determinação dos ajustes de Gumbel do Anexo III.

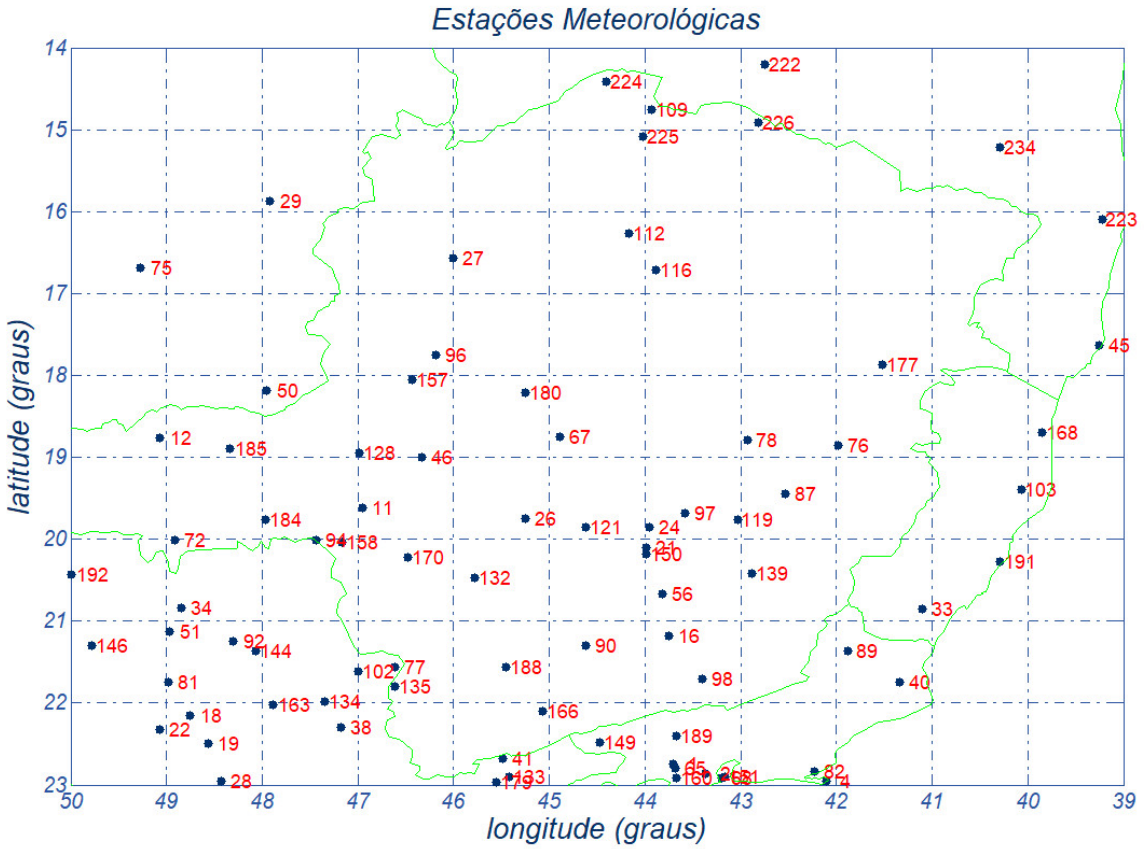


Figura 2.1 - Região de implantação do sistema elétrico de transmissão em foco

De particular importância reveste-se a escolha das estações meteorológicas que constituirão o fundamento do cálculo. A região em questão é razoavelmente densa e até mesmo esparsa no que tange a anemometria. Os cálculos que se seguem fundamentam, portanto, seu escopo nas estações mais próximas do empreendimento mencionado, a fim de subsidiar as determinações paramétricas necessárias à consecução do estudo. O item seguinte apresenta alguns detalhes sobre os dados aqui usados e sobre os tratamentos estatísticos a que foram submetidos.

3 Características das estações

Para dar maior confiabilidade nos resultados, foram utilizadas as estações mais próximas do empreendimento em questão, pois é senso comum que os resultados de uma rede mais completa são mais sólidos do que aqueles relacionados com esquemas muito dispersos e escassos. A distribuição espacial das estações encontra-se caracterizada na Figura 2.1, apresentada

anteriormente, enquanto as suas características fisiográficas e paramétricas relevantes constam das Tabelas 3.1.1 e 3.1.2.

3.1 Critérios de regionalização

O processo de determinação de médias regionais para os CVs (coeficientes de variação)[1] e os FRs (fatores de rajada)[2] seguem prática comum em meteorologia, já que parâmetros médios são mais representativos e mais confiáveis do que os de estações tomadas isoladamente, com variados tempos de coleta. Há diversos critérios para se proceder a uma homogeneização regional de parâmetros climáticos, tal como adotar-se a média dos valores paramétricos determinados nas estações mais próximas, ou média ponderada, em função dos anos de coleta, de tal sorte que estações com mais tempo de coleta tenham uma influência majorada no fenômeno espacial em questão. Pode-se recorrer, ainda, a um valor médio acrescido de um determinado número de desvios-padrão, dependendo do grau de confiabilidade que se deseja conferir ao estudo.

Este estudo adota os critérios de regionalização dos CVs descritos no Anexo VI. Além disso, as velocidades médias do vento com tempo de média de 10 minutos encontram-se corrigidas, como justificado e sugerido[3] em [6 e 7].

[1] *CV = (média) / (desvio padrão)*
[2] *FR = (velocidade de 3 s) / (velocidade de 10 min)*
[3] *para compensar o excesso de turbulência verificado nos ventos que ocorrem no Brasil*

Tabela 3.1.1 - Características gerais das estações anemométricas

# no mapa	nome
1	Adrianópolis
2	Afonsos
3	Água Vermelha
4	Álcalis
11	Araxá
12	Avatinguara
16	Barbacena
18	Bariri
19	Barra Bonita
21	Barreiro
22	Bauru
24	Belo Horizonte
26	Bom Despacho
27	Bonfim Minas
28	Botucatu
29	Brasilia
33	Cacho. Itapemirim
34	Cajobi
38	Campininha
40	Campos
41	Campos do Jordão

Tabela 3.1.1 - Características gerais das estações anemométricas (cont.)

# no mapa	nome
46	Carmo Parnaiba
50	Catalão
51	Catanduva
56	Cons. Lafaiete
65	Ecologia Agrícola
67	Felixlândia
68	Flamengo
72	Frutal
75	Goiânia
76	Gov. Valadares
77	Graminha
78	Guanhães
81	Ibitinga
82	Iguaba Grande
87	Ipatinga
89	Itaperuna
90	Itutinga
92	Jaboticabal
94	Jaguará
96	João Pinheiro
97	José Melo

Tabela 3.1.1 - Características gerais das estações anemométricas (cont.)

# no mapa	nome
98	Juiz de Fora
102	Limoeiro
103	Linhares
109	Manga
112	Mirabela
116	Montes Claros
118	Nova Avanhandava
119	Nova Era
121	Pará de Minas
128	Patrocinio
129	Pereira Barreto
132	Pimenta
133	Pindamonhangaba
134	Pirassununga
135	Poços Caldas
139	Ponte Nova
144	Pradópolis
146	Promissão
149	Resende
150	Retiro Pedras
151	Rio de Janeiro

Tabela 3.1.1 - Características gerais das estações anemométricas (cont.)

# no mapa	nome
153	Rio Verde
157	S Pedro P Firme
158	Sacramento
160	Santa Cruz
163	São Carlos
166	São Lourenço
170	São Roque
171	São Simão
177	Teófilo Otoni
179	Tremembé
180	Tres Marias
184	Uberaba
185	Uberlândia
188	Varginha
189	Vassouras
191	Vitoria
192	Votuporanga
222	Guanambi
224	Montalvânia
225	Mocambinho
226	Espinosa

Tabela 3.1.2 - Características paramétricas das estações anemométricas

nome	latitude (graus)	longitude (graus)	anos	$V_{médio}$ 10 min	CV 10 min	$V_{médio}$ 3 seg	CV 3 seg	FR3s (pu)	FR30s (pu)

				(km/h)	(%)	(km/h)	(%)		
Adrianópolis	22.75	43.70	8	55.89	13	89.42	13	1.60	1.30
Afonsos	22.87	43.37	14	59.30	16	94.88	16	1.60	1.30
Á. Vermelha	19.85	50.33	8	67.10	13	107.36	13	1.60	1.30
Álcalis	22.96	42.11	11	69.27	13	110.83	13	1.60	1.30
Araxá	19.62	46.95	10	57.23	13	91.57	13	1.60	1.30
Avatinguara	18.77	49.07	4	51.41	13	82.26	13	1.60	1.30
Barbacena	21.18	43.75	12	53.76	13	86.02	13	1.60	1.30
Bariri	22.15	48.75	16	53.76	19	86.02	19	1.60	1.30
Barra Bonita	22.50	48.57	18	60.03	19	96.05	19	1.60	1.30
Barreiro	20.10	43.98	12	65.97	13	105.55	13	1.60	1.30
Bauru	22.32	49.07	12	58.58	19	93.72	19	1.60	1.30
B. Horizonte	19.85	43.95	25	39.50	16	63.20	16	1.60	1.30
Bom Despacho	19.75	45.25	20	52.86	16	84.58	16	1.60	1.30
Bonfim Minas	16.57	46.00	6	51.07	16	81.71	16	1.60	1.30
Botucatu	22.95	48.43	17	50.00	16	80.00	16	1.60	1.30
Brasilia	15.87	47.92	15	51.08	19	81.73	19	1.60	1.30
C.Itapemirim	20.85	41.10	4	60.37	13	96.59	13	1.60	1.30
Cajobi	20.83	48.85	5	56.90	13	91.03	13	1.60	1.30
Campininha	22.30	47.18	15	41.90	13	75.42	13	1.80	1.30
Campos	21.75	41.33	8	37.74	19	60.39	19	1.60	1.30
C. do Jordão	22.68	45.48	17	52.86	13	84.58	13	1.60	1.30

Tabela 3.1.2 - Características paramétricas das estações anemométricas (cont.)

nome	*latitude (graus)*	*longitude (graus)*	*anos*	$V_{médio}$ *10 min (km/h)*	*CV 10 min (%)*	$V_{médio}$ *3 seg (km/h)*	*CV 3 seg (%)*	*FR3s (pu)*	*FR30s (pu)*

C. Parnaiba	19.00	46.33	4	62.05	13	99.28	13	1.60	1.30
Catalão	18.18	47.95	6	44.02	19	70.43	19	1.60	1.30
Catanduva	21.13	48.97	12	69.55	16	111.28	16	1.60	1.30
C. Lafaiete	20.67	43.82	6	58.46	13	93.54	13	1.60	1.30
E. Agrícola	22.80	43.68	21	61.04	16	97.66	16	1.60	1.30
Felixlândia	18.75	44.88	11	54.88	13	87.81	13	1.60	1.30
Flamengo	22.92	43.20	19	54.88	13	87.81	13	1.60	1.30
Frutal	20.02	48.92	13	55.33	13	88.53	13	1.60	1.30
Goiânia	16.68	49.27	7	52.00	16	83.20	16	1.60	1.30
G. Valadares	18.85	41.98	4	55.33	16	88.53	16	1.60	1.30
Graminha	21.57	46.62	16	46.26	16	74.01	16	1.60	1.30
Guanhães	18.78	42.93	8	53.20	13	85.12	13	1.60	1.30
Ibitinga	21.75	48.98	15	56.45	13	90.32	13	1.60	1.30
I. Grande	22.83	42.23	11	56.67	19	90.68	19	1.60	1.30
Ipatinga	19.45	42.53	13	53.65	13	85.84	13	1.60	1.30
Itaperuna	21.37	41.88	9	39.98	19	63.97	19	1.60	1.30
Itutinga	21.30	44.62	13	56.67	13	90.67	13	1.60	1.30
Jaboticabal	21.25	48.30	7	55.89	16	89.42	16	1.60	1.30
Jaguará	20.02	47.43	6	64.18	13	102.69	13	1.60	1.30
J. Pinheiro	17.75	46.18	7	52.08	13	83.33	13	1.60	1.30
José Melo	19.68	43.58	4	54.99	13	87.98	13	1.60	1.30

Tabela 3.1.2 - Características paramétricas das estações anemométricas (cont.)

nome	*latitude (graus)*	*longitude (graus)*	*anos*	$V_{médio}$ *10 min (km/h)*	*CV 10 min (%)*	$V_{médio}$ *3 seg (km/h)*	*CV 3 seg (%)*	*FR3s (pu)*	*FR30s (pu)*
Juiz de Fora	19.00	46.33	4	62.05	13	99.28	13	1.60	1.30

Limoeiro	18.18	47.95	6	44.02	19	70.43	19	1.60	1.30
Linhares	21.13	48.97	12	69.55	16	111.28	16	1.60	1.30
Manga	20.67	43.82	6	58.46	13	93.54	13	1.60	1.30
Mirabela	22.80	43.68	21	61.04	16	97.66	16	1.60	1.30
Montes Claros	18.75	44.88	11	54.88	13	87.81	13	1.60	1.30
N. Avanhandava	22.92	43.20	19	54.88	13	87.81	13	1.60	1.30
Nova Era	20.02	48.92	13	55.33	13	88.53	13	1.60	1.30
Pará de Minas	16.68	49.27	7	52.00	16	83.20	16	1.60	1.30
Patrocínio	18.85	41.98	4	55.33	16	88.53	16	1.60	1.30
Pereira Barreto	21.57	46.62	16	46.26	16	74.01	16	1.60	1.30
Pimenta	18.78	42.93	8	53.20	13	85.12	13	1.60	1.30
Pindamonhangaba	21.75	48.98	15	56.45	13	90.32	13	1.60	1.30
Pirassununga	22.83	42.23	11	56.67	19	90.68	19	1.60	1.30
Poços Caldas	19.45	42.53	13	53.65	13	85.84	13	1.60	1.30
Ponte Nova	21.37	41.88	9	39.98	19	63.97	19	1.60	1.30
Pradópolis	21.30	44.62	13	56.67	13	90.67	13	1.60	1.30
Promissão	21.25	48.30	7	55.89	16	89.42	16	1.60	1.30
Resende	20.02	47.43	6	64.18	13	102.69	13	1.60	1.30
Retiro Pedras	17.75	46.18	7	52.08	13	83.33	13	1.60	1.30
Rio de Janeiro	19.68	43.58	4	54.99	13	87.98	13	1.60	1.30

Tabela 3.1.2 - Características paramétricas das estações anemométricas (cont.)

nome	latitude (graus)	longitude (graus)	anos	$V_{médio}$ 10 min (km/h)	CV 10 min (%)	$V_{médio}$ 3 seg (km/h)	CV 3 seg (%)	FR3s (pu)	FR30s (pu)
Rio Verde	17.80	50.92	7	62.38	16	99.81	16	1.60	1.30
S.P.P Firme	18.05	46.43	7	56.11	16	89.78	16	1.60	1.30

Sacramento	20.03	47.17	5	57.23	13	91.57	13	1.60	1.30
Santa Cruz	22.92	43.67	25	67.30	16	107.68	16	1.60	1.30
São Carlos	22.02	47.88	12	58.35	13	93.36	13	1.60	1.30
S. Lourenço	22.10	45.07	13	58.69	13	93.90	13	1.60	1.30
São Roque	20.22	46.48	22	61.26	13	98.02	13	1.60	1.30
São Simão	18.90	50.48	14	63.28	13	101.25	13	1.60	1.30
T. Otoni	17.87	41.52	10	39.98	16	63.97	16	1.60	1.30
Tremembé	22.97	45.55	14	40.99	19	65.59	19	1.60	1.30
Três Marias	18.22	45.25	22	67.98	16	108.77	16	1.60	1.30
Uberaba	19.77	47.97	18	58.69	13	93.90	13	1.60	1.30
Uberlândia	18.90	48.33	12	55.89	13	89.42	13	1.60	1.30
Varginha	21.57	45.45	11	52.08	13	83.33	13	1.60	1.30
Vassouras	22.40	43.67	11	44.35	19	70.96	19	1.60	1.30
Vitoria	20.28	40.29	7	63.50	13	101.61	13	1.60	1.30
Votuporanga	20.43	49.99	12	50.40	16	80.64	16	1.60	1.30
Guanambi	14.21	42.75	15	50.40	16	85.68	16	1.70	1.35
Montalvânia	14.41	44.40	15	50.40	16	85.68	16	1.70	1.35
Mocambinho	15.09	44.02	15	48.40	16	77.44	16	1.60	1.30
Espinosa	14.91	42.81	15	54.50	16	92.65	16	1.70	1.35

nomenclatura:

CV	*coeficiente de variação (%) regionalizado (10 min e 3 s)*
FR3s	*fator de rajada de 3 segundos (pu) regionalizado*
FR30s	*fator de rajada de 30 segundos (pu) regionalizado*

3.2 Rugosidade dos terrenos

Quanto à rugosidade do terreno no entorno das estações consideradas nesse estudo, admitiu-se que as velocidades medidas nas estações estão associadas a terrenos com grau de rugosidade B, tal como classificado pelas Normas IEC 60826 e NBR 5422, significando terrenos planos com poucos obstáculos. A escolha se deve ao fato de que as estações meteorológicas normalmente se encontram em regiões de rugosidade B, por imposições naturais das redes meteorológicas que, grosso modo, requerem localizações em terrenos desprovidos de obstáculos para evitar distorções nas medições.

4 Os mapeamentos

Considerados os valores paramétricos constantes das Tabelas 3.1.1 e 3.1.2, as exigências do Anexo I, a metodologia estatística descrita no Anexo II e, ainda, os ajustes das amostras à estatística de Gumbel, foram elaborados os mapeamentos de isótacas apresentados no Anexo IV. Quanto ao modelo matemático de ajuste utilizado neste estudo, há algumas ponderações a serem feitas. O ajuste mais conservador é o dos mínimos quadrados, pois, tal como pode ser visto no Anexo II, possui uma correção de majoração do ajuste em função do número de anos de coleta, ou seja, quanto menor a amostra, maior será a correção ou majoração no valor do ajuste. Esse método tem sido extensivamente usado no Brasil, por ser mais seguro e por assim compensar em parte as incertezas e imprecisões advindas da dispersa rede de medição eólica nacional.

Este estudo faz as regionalizações amostrais sugeridas nos editais da ANEEL, estabelecendo critérios para inferir valores esperados para os coeficientes de variação (Anexo VI). Adota ainda as correções das médias em função do exposto em [6 e 7], e define o método dos mínimos quadrados como adotado, para produzir valores mais conservadores que façam face à baixa densidade de estações.

5 Ventos básicos de projeto

Dos mapeamentos obtidos, podem ser recomendadas as velocidades de vento constantes da Tabela 5.1, de forma a subsidiarem as hipóteses de carga normalmente utilizadas no dimensionamento de estruturas aéreas de transmissão. Os cálculos das velocidades foram feitos seguindo a formulação do Anexo II.

Tabela 5.1 - Velocidades de projeto (km/h),

terrenos tipo B, medições feitas a 10 m de altura

período de retorno/ tempo de média	Jaíba Janaúba	Janaúba Capelinha	Capelinha GValadares	Janaúba6 Janaúba3	J Neiva Viana 2	Viana 2 Viana
250/10	95	95	115	95	115	115
250/3	150	150	180	150	180	180
50/10	80	80	100	80	100	100
50/30	105	105	130	105	130	130
2/30	70	70	70	70	80	80

Nota 1 A velocidade de vento assinalada como sendo a de 3 segundos (valor instantâneo ou de rajada) já retrata a real relação entre os valores médios das séries históricas de 10 minutos e as de 3 segundos. Vale esclarecer, que essas duas séries (10 minutos e 3 segundos) são independentes entre si, e não são produzidas por indevidas mesclas entre leituras isoladas de 10 minutos e de 3 segundos. Caso seja insinuado que as velocidades de vento deste relatório misturam ventos de diferentes origens, tais alegações não correspondem à realidade, sendo, portanto, insustentáveis.

A relação entre as duas séries, que pode ser denominada de "fator de rajada", objetiva atender às exigências de projeto constantes dos leilões, em suas variadas versões.

Esses objetivos podem ser enumerados como, por exemplo:

1) Permitir a homogeneização das séries, quando se constatam os vários períodos de coleta que as constituem,

2) Dar meios de se inferir os valores de uma série, qualquer que seja, quando a outra não for disponível nas mesmas estações de coleta.

3) Definir espacialmente valores de ventos máximos prospectivos para as hipóteses de carga baseadas em leituras de 10 minutos e naquelas de 3 segundos, em toda a rede de coleta do estudo.

Esses objetivos encontram-se consentâneos com a apropriada exigência da ANEEL, quando evoca uma regionalização de dados de diferentes procedências e com variados graus de precisão (entenda-se: tempo de coleta)

O seu valor numérico entre essas séries citadas já se traduz num fator de rajada realista e não requer necessariamente correção adicional - e nem a impede - pois segue as indicações corretas de que as séries, quaisquer que sejam, devem passar por homogeneizações que compensem os diferentes períodos de coleta que são particulares de cada uma série e em cada estação.

Nota 2 Como fator de rajada, é também comum a adoção do fator de 1.4 pu, proveniente do que a Norma IEC 60826 apresenta como "média mundial" para terrenos B, acrescido de 15 ou 20%, dependendo de se tratar das regiões norte e nordeste, ou do resto do país (centro-oeste, sudeste e sul). Essa abordagem para representar os esforços decorrentes das solicitações exercidas pelas tempestades (ou tormentas elétricas - sic) não necessariamente está em aderência com o banco de dados geralmente em uso no Brasil, mas há essa coincidência numérica evidente. Os citados 15 % ou 20 % multiplicados pelo fator de rajada da IEC (1.4 pu) dão respectivamente: 1.61 e 1.68 pu como fatores de rajadas entre as séries de 10 minutos e de 3 segundos. Portanto, os valores adotados nos relatórios em análise, que são 1.6 pu (sul, sudeste) e 1.7 pu (demais) estão em plena concordância com a outra metodologia, com a acurácia de se basearem nas reais relações que as duas séries (10 minutos e de 3 segundos) apresentam pelos respectivos valores dos bancos de dados que os contêm. Vale lembrar que essas relações não são "fatores de rajada" de leituras isoladas quaisquer, mas, sim, a média entre as suas respectivas séries históricas.

Nota 3 As velocidades indicadas na tabela acima são o resultado de uma avaliação espacial das figuras do Anexo IV, feitas como médias mentais das leituras dos mapas. Nos mapas de isolinhas, as velocidades múltiplas de 5 são indicadas pelos seus valores modais, enquanto que os demais "dégradés" servem como ferramentas de interpolação. O traçado das isótacas usa um modelo clássico para a determinação de isolinhas, modelo esse que parte do princípio de que "a influência de cada estação em qualquer ponto da rede se faz inversamente proporcional à sua distância a esse ponto".

Nota 4 As velocidades em cada estação, indicadas nos mapas respectivos, evitam que eventuais extrapolações do modelo matemático das distâncias sejam escolhidas como "velocidades de projeto". Como qualquer estudo estatístico que envolve avaliações espaciais, há sempre um subjetivismo nas operações de arredondamentos e de interpolações, o que impede que haja sempre uma unanimidade nas escolhas.

Nota 5 Em termos ideais, os mapas de isótacas, propriamente ditos, e os das velocidades em cada estação (no final do Anexo IV) deveriam ser usados simultaneamente, visto que promovem vistas espaciais diferenciadas da região em apreço. Fato é, que as isótacas contêm, na sua elaboração, um modelo de transferência espacial de valores (velocidades em km/h) que é sempre subjetiva e dinâmica no tempo.

Por exemplo: a aludida transferência pode ser modelada tal como se a influência das estações em qualquer ponto da rede se faça inversamente proporcional à distância a esse ponto; ou pode ser inversamente proporcional ao quadrado da distância; ou pode seguir outra regra qualquer normalmente usada em mapeamentos. Portanto, o conhecimento prévio que o projetista da LT possa ter sobre a região da LT deve ter, pelo menos, o mesmo peso do que qualquer modelo matemático usado no traçado das isótacas, por mais clássico e lógico que seja.

Modelo matemático é sempre um modelo, às vezes, de vida curta. Por outro lado, não há substituto para o conhecimento e a sua prática honesta. Em outras palavras, mapeamentos de isótacas, tais como os aqui apresentados, devem

subsidiar e liberar o projetista de LTs no âmbito do seu conhecimento e das suas boas práticas.

Referências

[1] *Kendall, G.R. – Statistical Analysis of Extreme Values – First Canadian Hydrology Conference, July 1959.*

[2] *IEC – International Electrotechnical Commission, "IEC 60826 - Design Criteria of Overhead Transmission Lines", Technical Committee n^0 11, Secretariats 27 & 28, Recommendations for Overhead Lines, Ed. 3, 2000.*

[3] *Cigré Working Group 22.06, "Probabilistic Design of Overhead Transmission (CIGRÉ Brochure 109 - 22-00 (WG-06)01, 1996*

[4] *Silva Filho, J. I., Menezes Jr, A. A. – Mapeamento de Isótacas do Brasil, Relatório Técnico Cepel 851/82.*

[5] *Menezes Jr, A. A., Tan A. L., Fernandes D. - Velocidades de vento de elevada intensidade ocorridas em Florianópolis e Passo Fundo - Um enfoque metodológico estatístico - XVII SNPTEE, Uberlândia, 2003*

[6] *Silva Filho, J. I., Alves Menezes Jr, A., et alli, Esforços devidos ao vento sobre componentes de LTs e fatores de correção normativos compatíveis com a realidade brasileira - XVIII SNPTEE, Curitiba 2005*

[7] *Silva Filho, J. I., Alves Menezes Jr, A., et alli, "Assessment of Environmental Statistics as an Accessible Breakthrough to Improve OHTLs Design", Bienal CIGRÉ, 2006*

Anexo I Critérios a serem atendidos

A.I.1 Critérios para projeto mecânico (sic)

Para o projeto mecânico de uma linha de transmissão, os carregamentos oriundos da ação do vento nos componentes físicos da linha de transmissão devem ser estabelecidos a partir da caracterização probabilística das velocidades de vento da região, com tratamento para fenômenos meteorológicos severos, tais como, sistemas frontais, tempestades, tornados, furacões etc.

Os parâmetros explicitados a seguir devem ser obtidos a partir de dados fornecidos por estações anemométricas selecionadas adequadamente para caracterizar a região atravessada pela linha de transmissão:

(a) Média e coeficiente de variação (em porcentagem) das séries de velocidades máximas anuais de vento a 10 m de altura, com tempos de integração da média de 3 (três) segundos (rajada) 10 (dez) minutos (vento médio).

(b) Velocidade máxima anual de vento a 10 m de altura, com período de retorno correspondente ao vento extremo, como definido no item 2.2.4.1, e tempos de integração para o cálculo da média de 3 (três) segundos e 10 (dez) minutos. Se o número de anos da série de dados de velocidade for pequeno, na estimativa da velocidade máxima anual deve ser adotado, no mínimo, um coeficiente de variação compatível com as séries mais longas de dados de velocidades de ventos medidas na região.

(c) Coeficiente de rajada para a velocidade do vento a 10 m de altura, referenciado ao tempo de integração da média de 10 (dez) minutos.

(d) Categoria do terreno adotada para o local das medições.

No tratamento das velocidades de vento, para fins de dimensionamento, deve ser considerada a categoria de terreno definida na IEC 60826 que melhor se ajuste à topologia do corredor da LT.

Anexo II Distribuição de Gumbel[4] e velocidades máximas de vento

A distribuição de valores máximos de Gumbel culminou por se constituir numa unanimidade para explicar os eventos de velocidades máximas anuais de vento no setor elétrico mundial, o brasileiro aí incluído.

Os esforços atuais convergem no sentido de otimizar a aplicação da distribuição de Gumbel com base em dados coletados no próprio país e colocá-los em consonância com os protocolos normativos de outros países, tal como é o caso da IEC 60826 e da NBR - 5422. De uma forma genérica, a referida distribuição pode ser definida por [2]:

$$V_T = V_m + s\,(Y - C_2)\,/\,C_1 \qquad Y = -\ln[-\ln(1 - 1/T)]$$

V_m	velocidade média da amostra de máximos anuais	(km/h)
s	desvio-padrão da amostra de máximos anuais	(km/h)
V_T	velocidade de vento referida a um período de retorno T	(anos)
C_1 e C_2	coeficientes da distribuição de Gumbel (ver Tabela A1)	

Os citados coeficientes são calculados pelas equações:

n	tamanho da amostra	
$Z_i = -\ln[-\ln(1 - i/(n+1))]$		i variando de 1 até n
C_2	valor médio de Z_i	
C_1	desvio-padrão de Z_i	

Como os valores de C_1 e de C_2 só dependem do tamanho da mostra, os seus respectivos valores encontram-se definidos na Tabela A1.

[4] *Emil Julius Gumbel, nascido a 18 de julho de 1891, em Munique. Estatístico de origem judia, era considerado pela República de Weimar como um dos seus maiores inimigos, pelos seus discursos pacifistas e socialistas.*

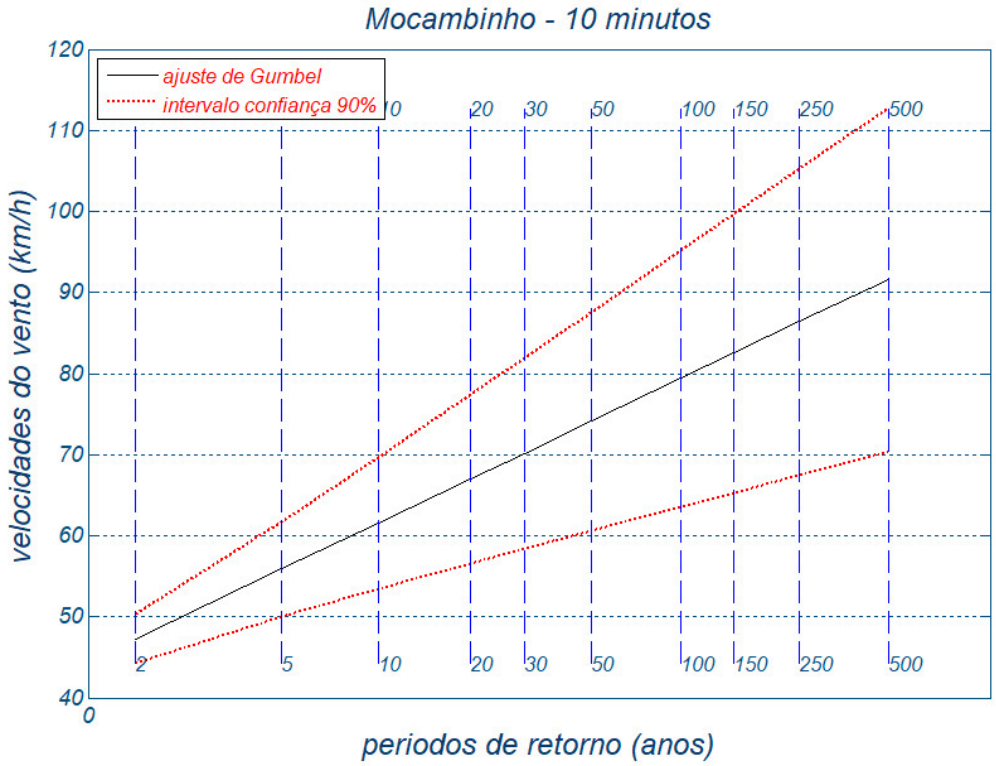
Tabela A1 - Valores dos coeficientes C_1 e C_2

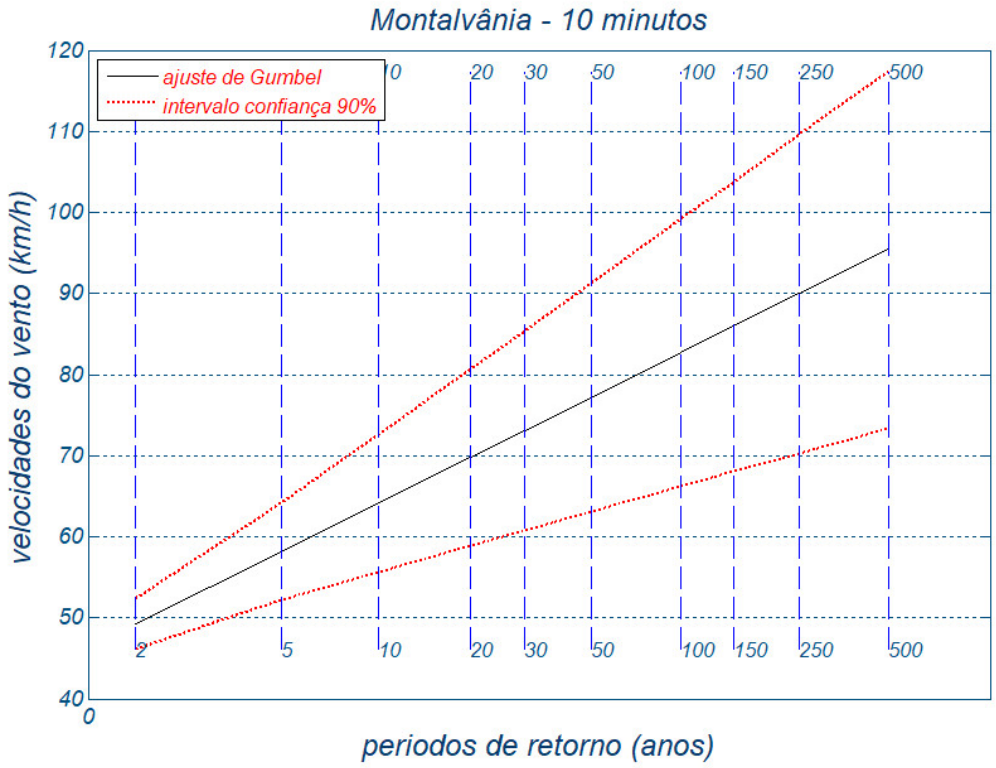
n	C_1			n	C_2		
2	0.49838	17	1.03970	2	0.40434	17	0.51768
3	0.64348	18	1.04810	3	0.42859	18	0.51980
4	0.73147	19	1.05570	4	0.44580	19	0.52175
5	0.79278	20	1.06280	5	0.45879	20	0.52355
6	0.83877	21	1.06940	6	0.46903	21	0.52522
7	0.87493	22	1.07550	7	0.47735	22	0.52678
8	0.90432	23	1.08120	8	0.48428	23	0.52823
9	0.92882	24	1.08650	9	0.49015	24	0.52959
10	0.94963	25	1.09140	10	0.49521	25	0.53086
11	0.96758	26	1.09610	11	0.49961	26	0.53206
12	0.98327	27	1.10050	12	0.50350	27	0.53319
13	0.99713	28	1.10470	13	0.50695	28	0.53426
14	1.00950	29	1.10860	14	0.51004	29	0.53527
15	1.02060	30	1.11240	15	0.51284	30	0.53622
16	1.03060	∞	1.28255	16	0.51537	∞	0.57722

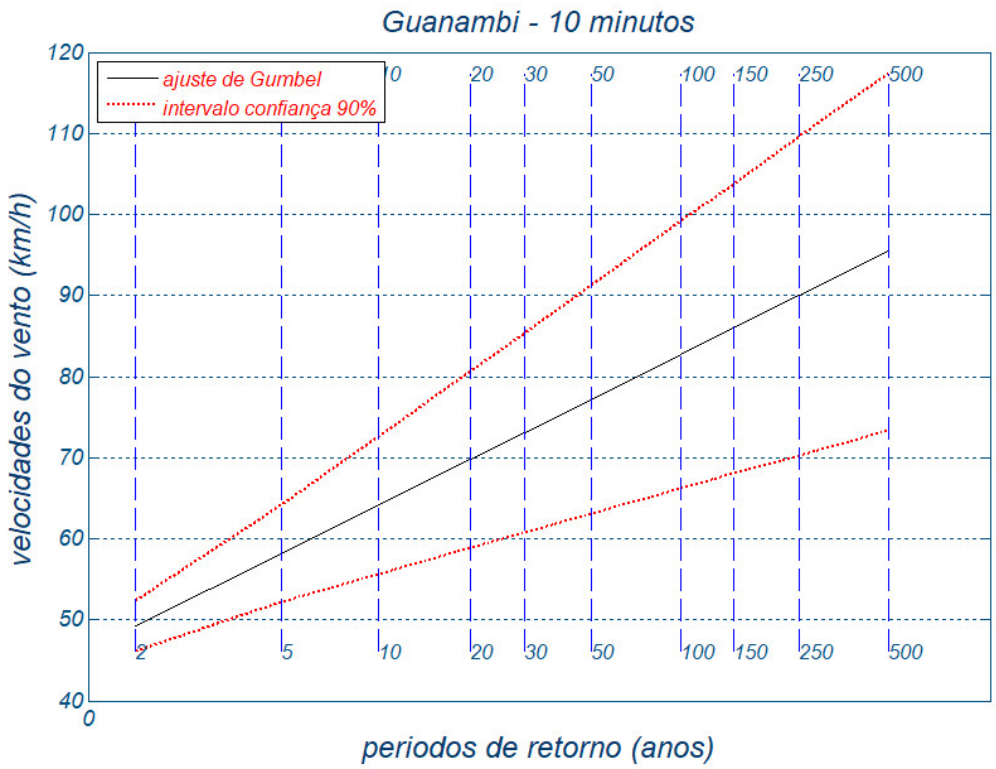
No caso dos valores de C_1 e C_2 serem assumidos para n = ∞, o método acima se identifica com o método dos momentos, que é menos conservador e raramente usado.

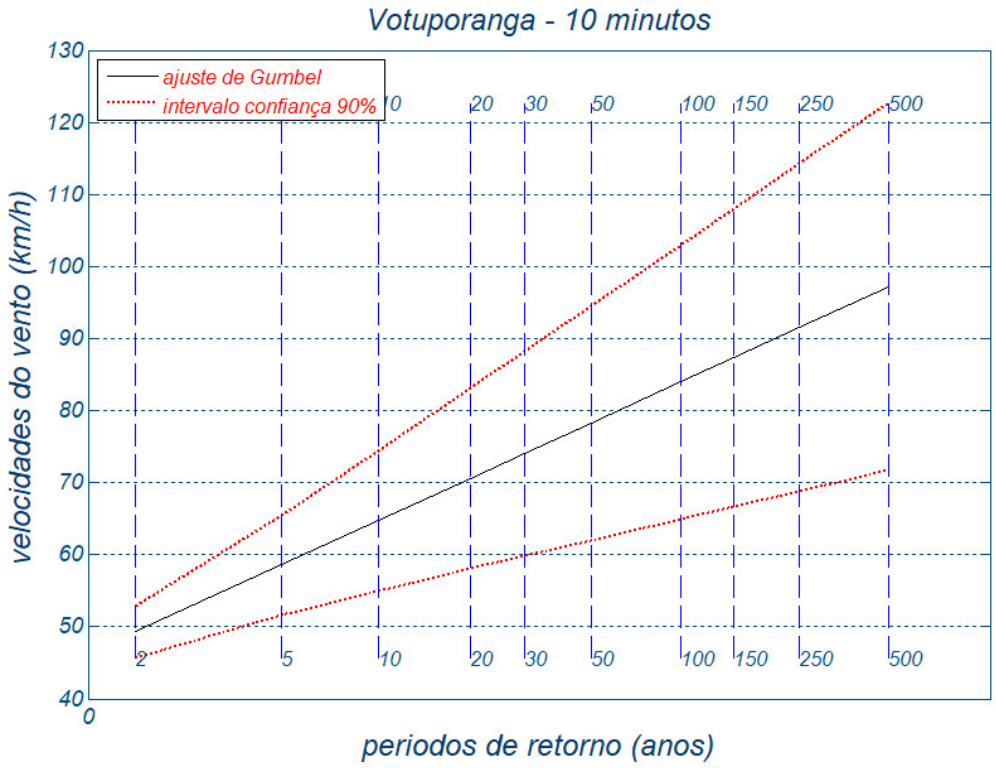
Anexo III Os ajustes da distribuição de Gumbel às amostras

As figuras seguintes ilustram os ajustes de Gumbel em cada estação, tempo de média de 10 minutos. Para os demais tempos de média, os coeficientes da Tabela 3 podem ser usados.

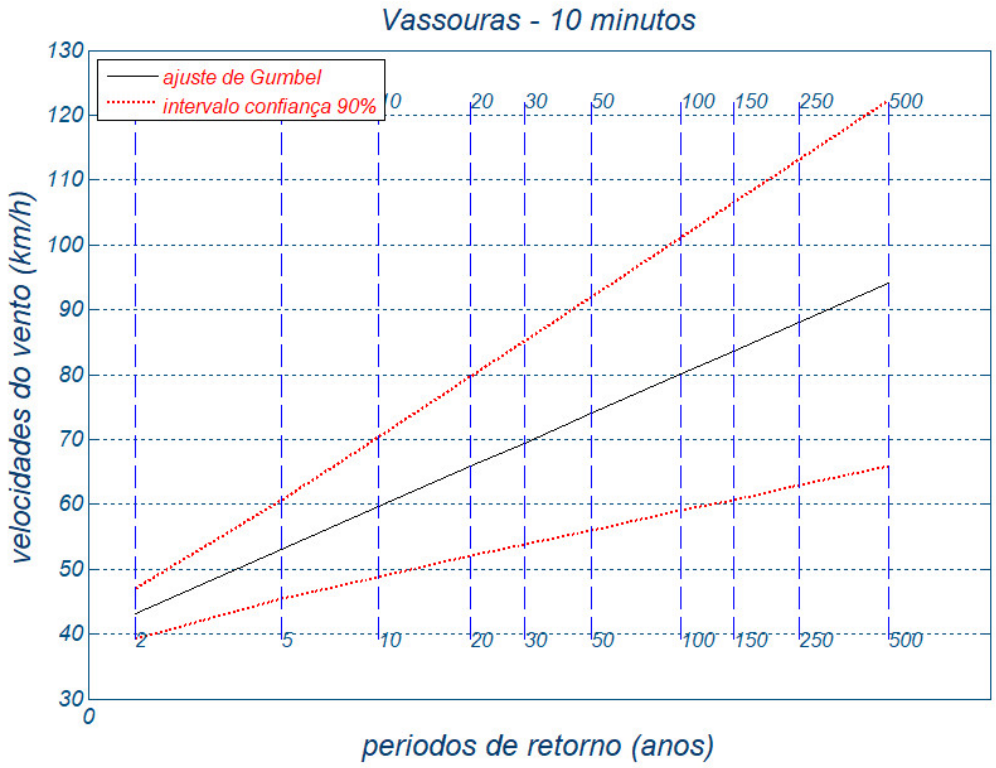


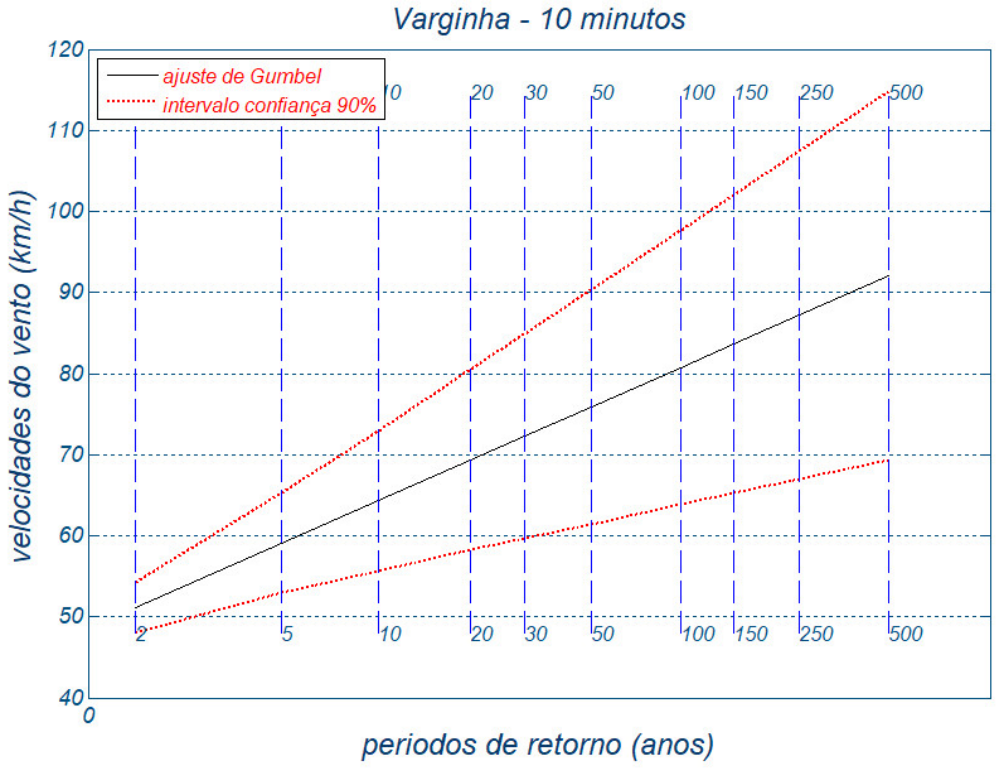

Montalvânia - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

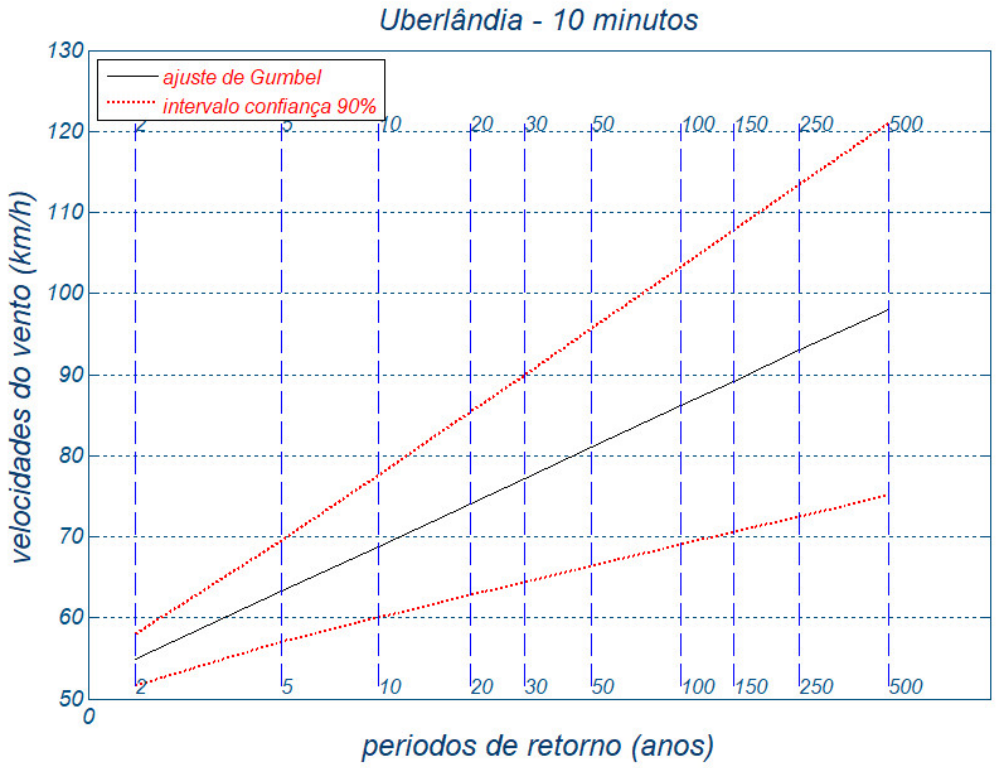

Guanambi - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

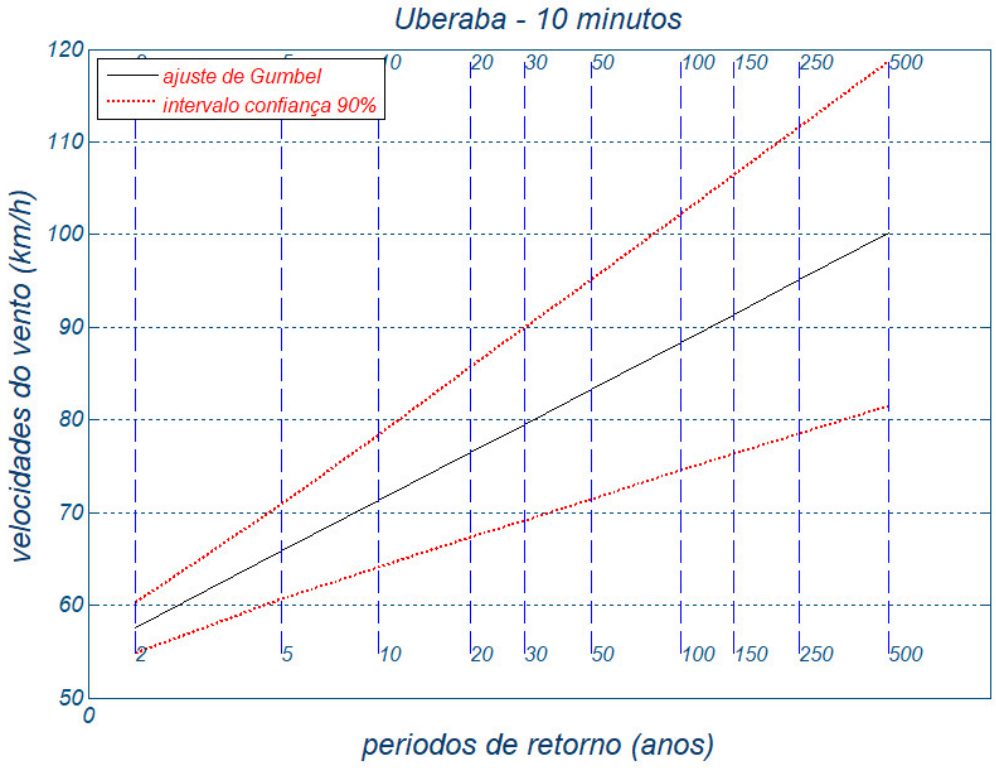

Votuporanga - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

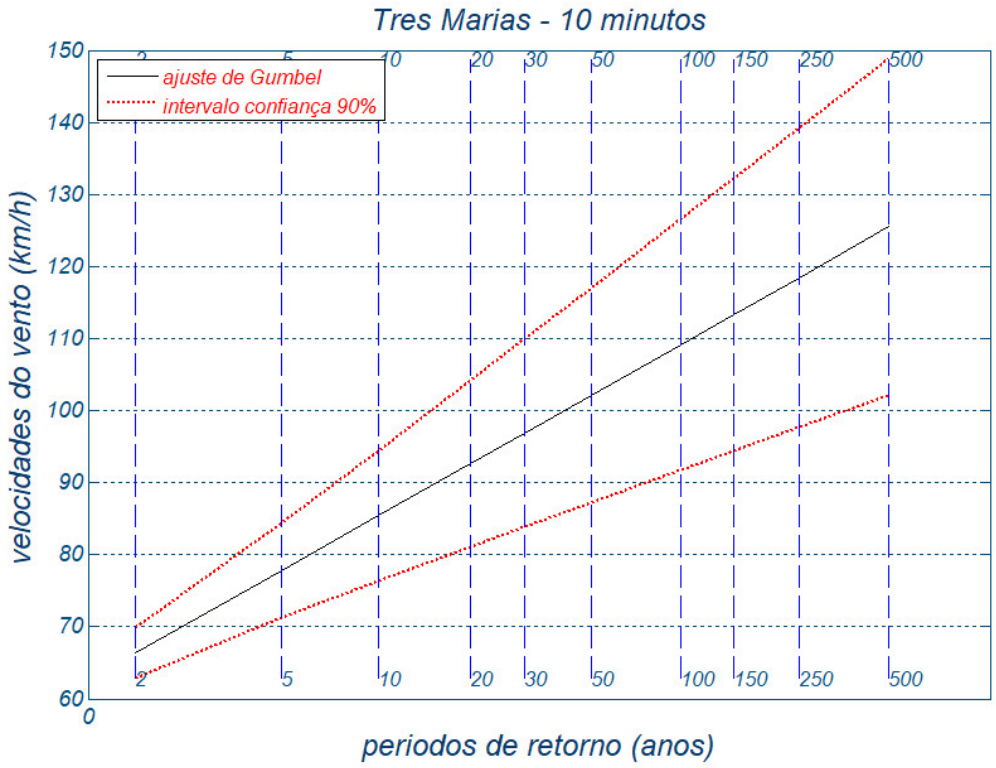
Vitoria - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

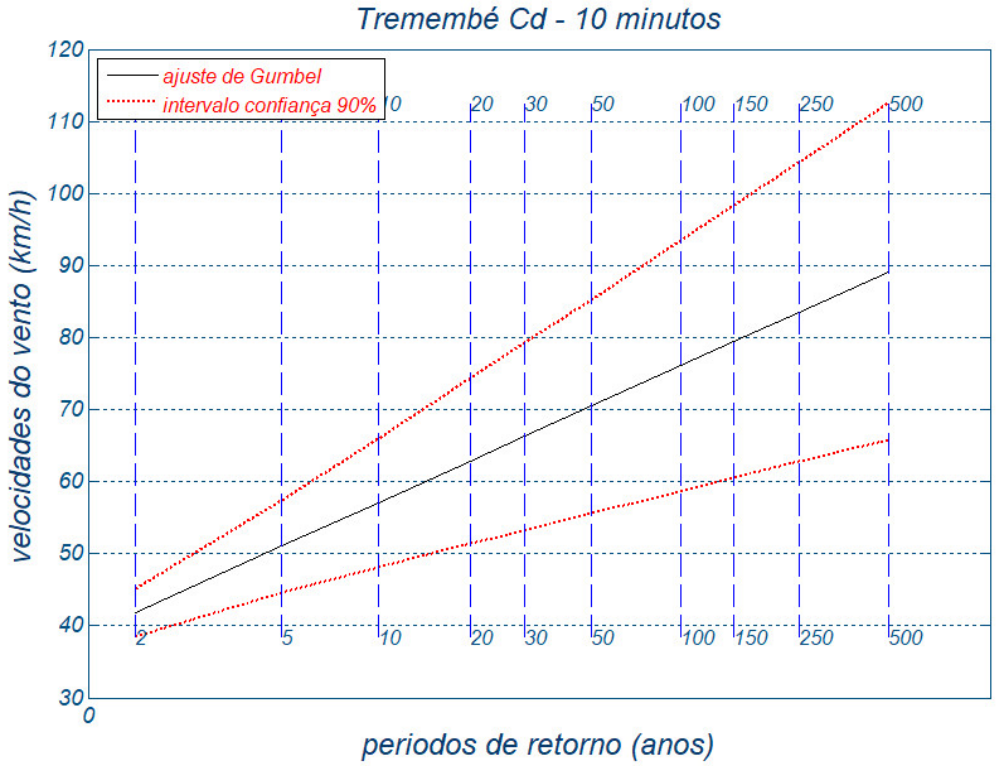

Vassouras - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

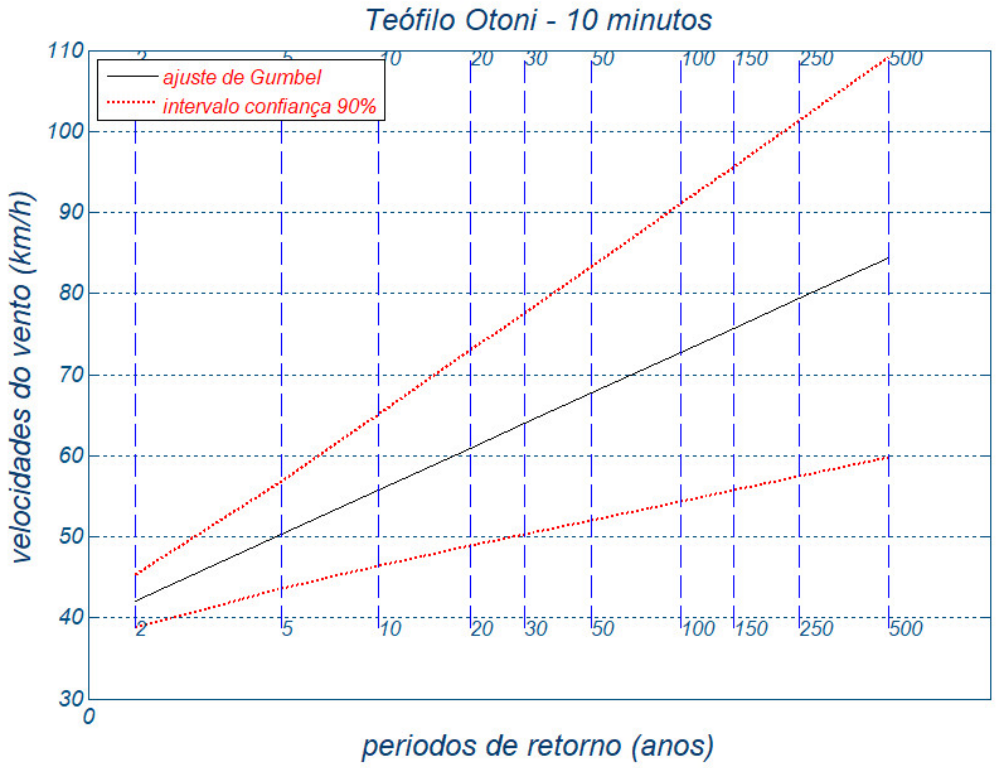

Varginha - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

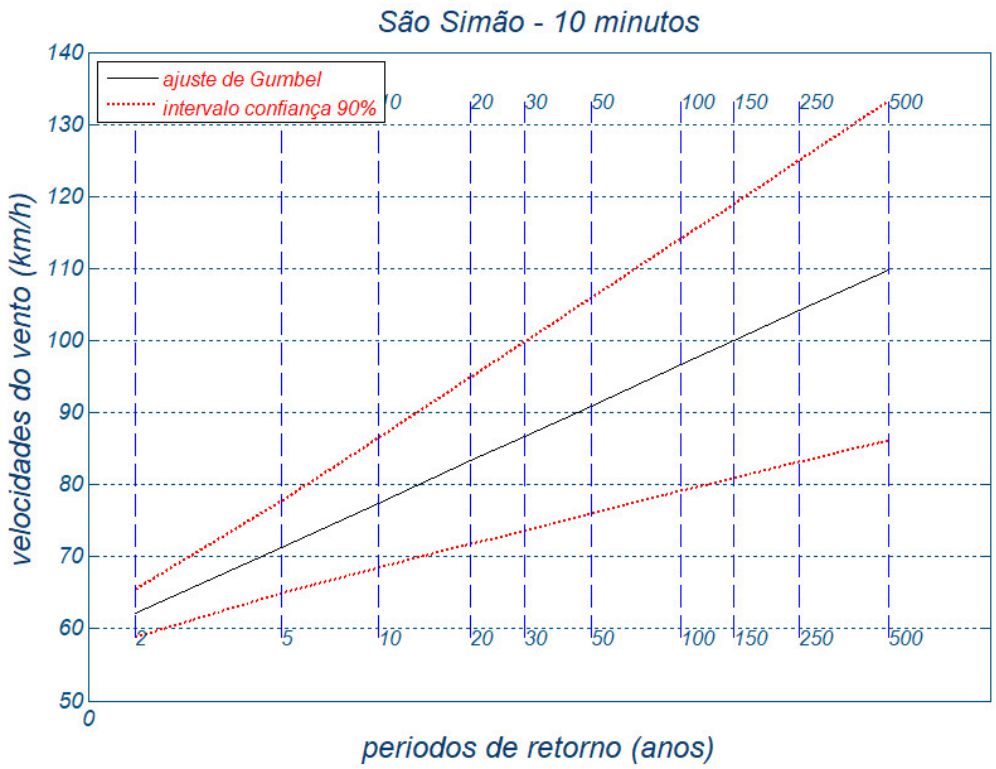

Uberlândia - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

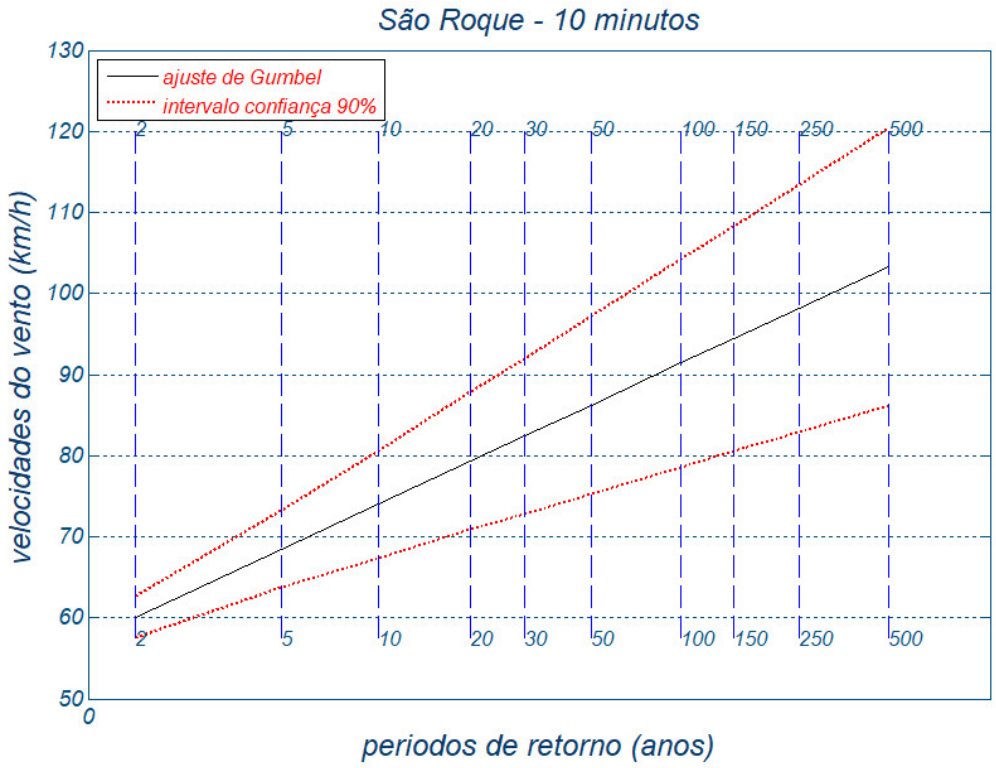

Uberaba - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

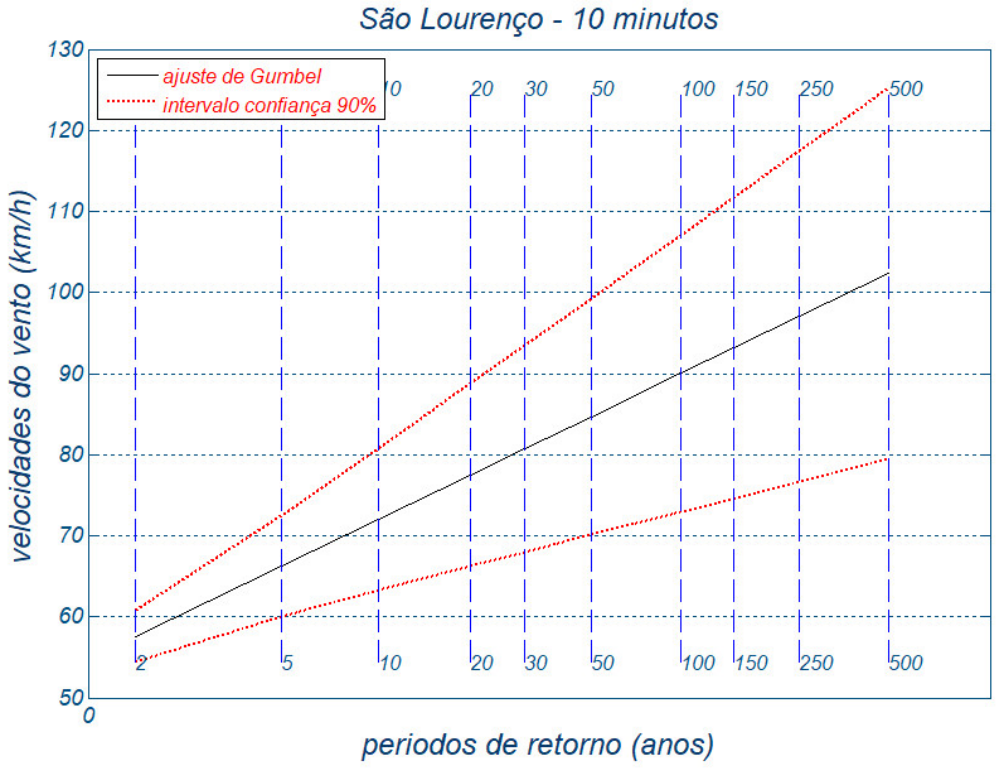

Tres Marias - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

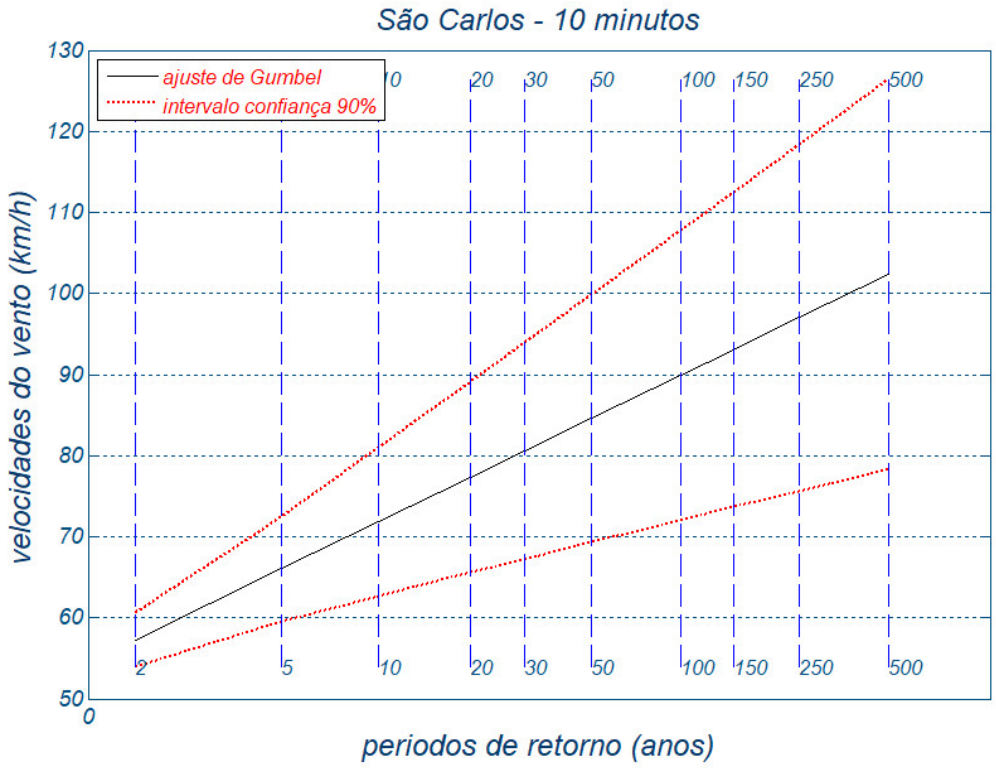

Tremembé Cd - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

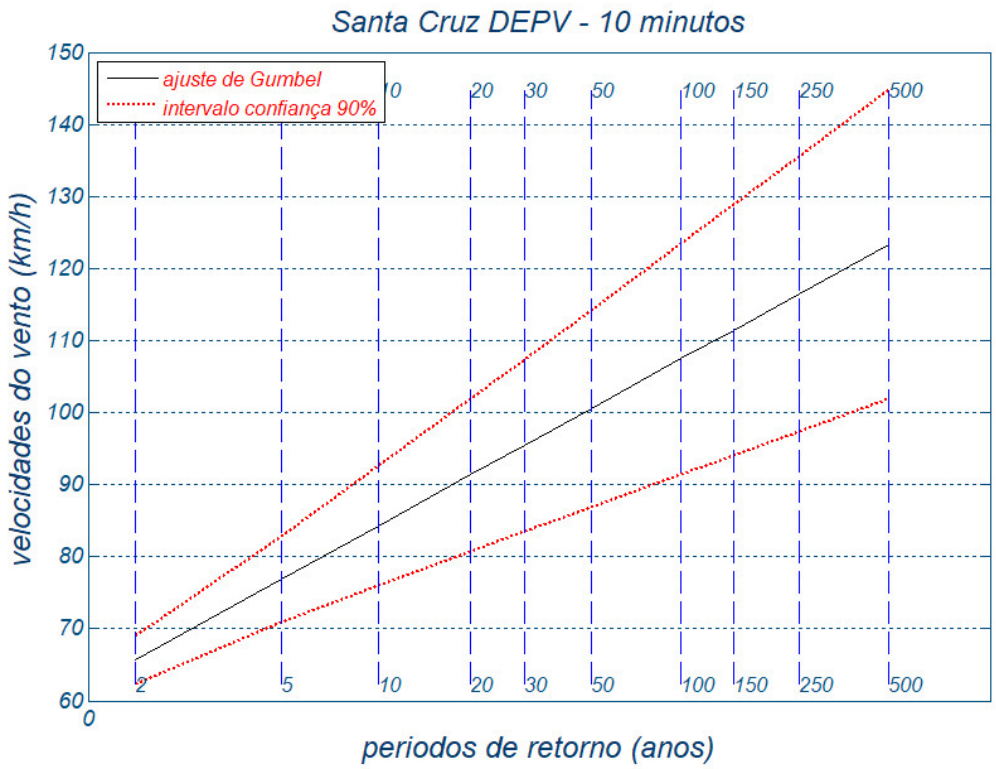

Teófilo Otoni - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
110
100
90
80
70
60
50
40
30
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

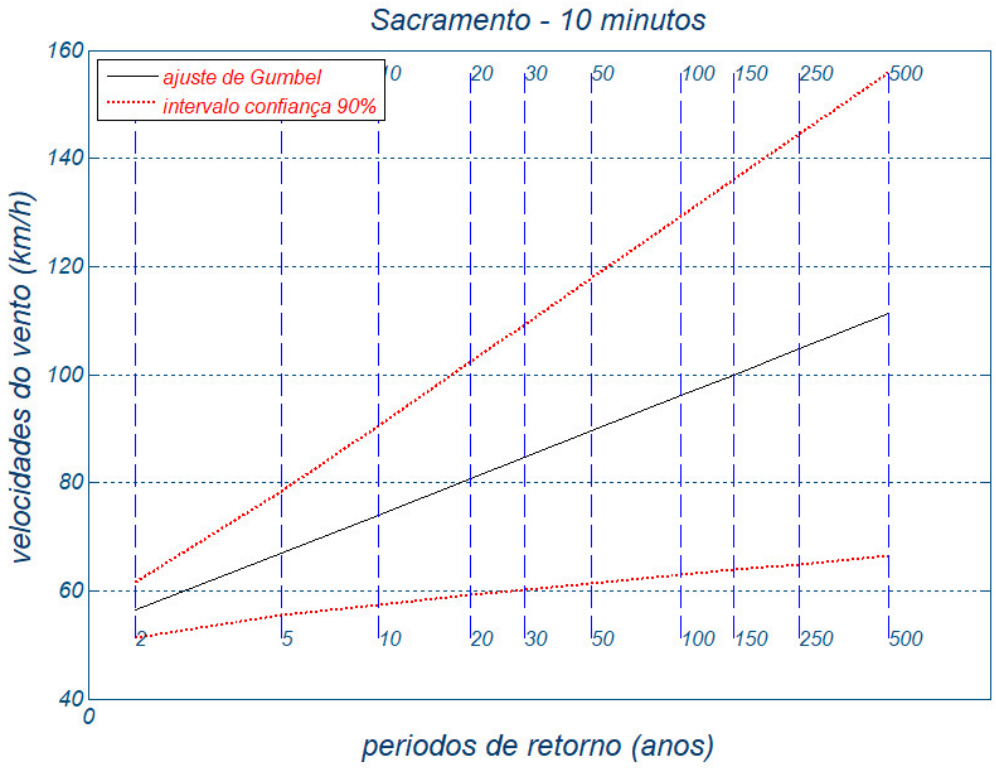

São Simão - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

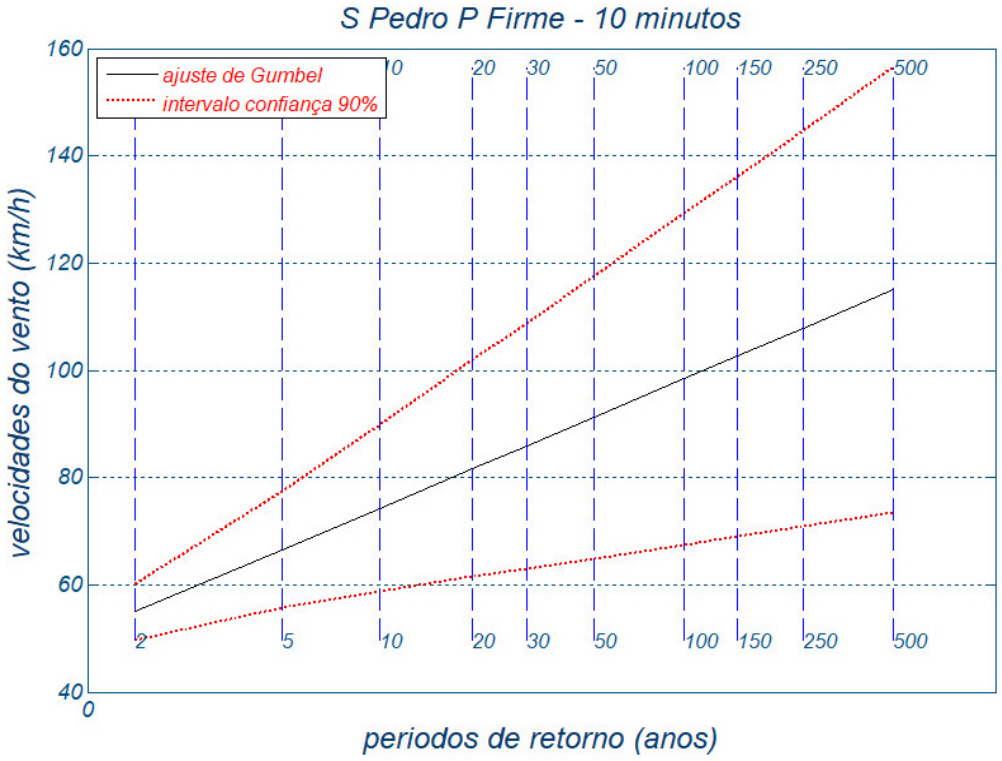

São Roque - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

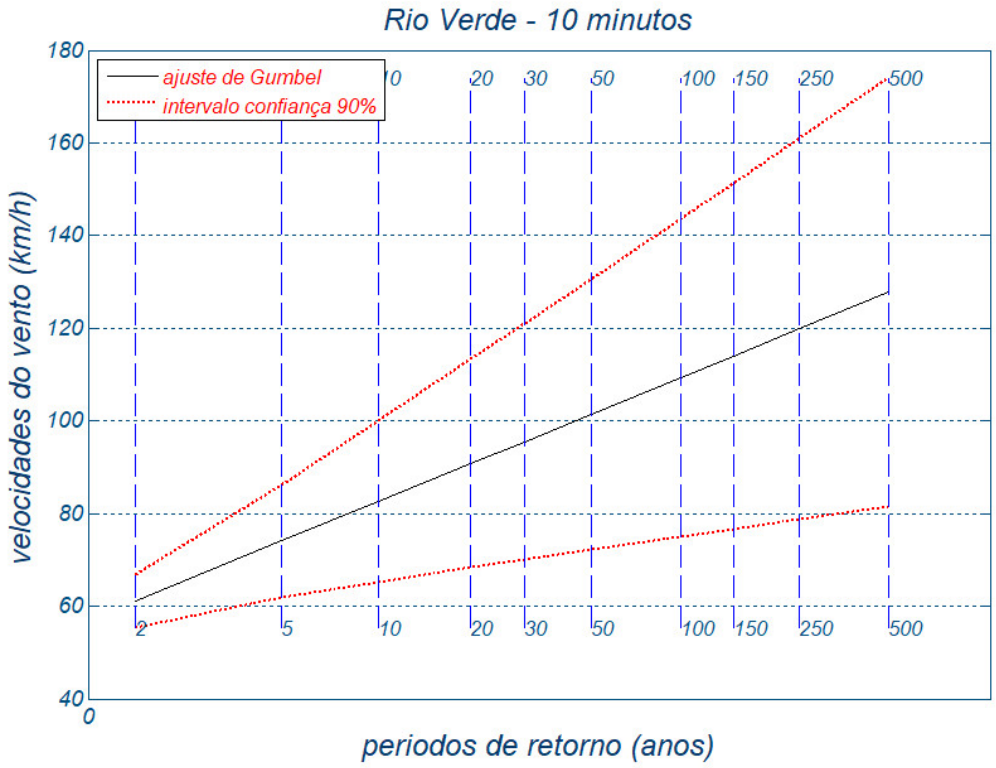

São Lourenço - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

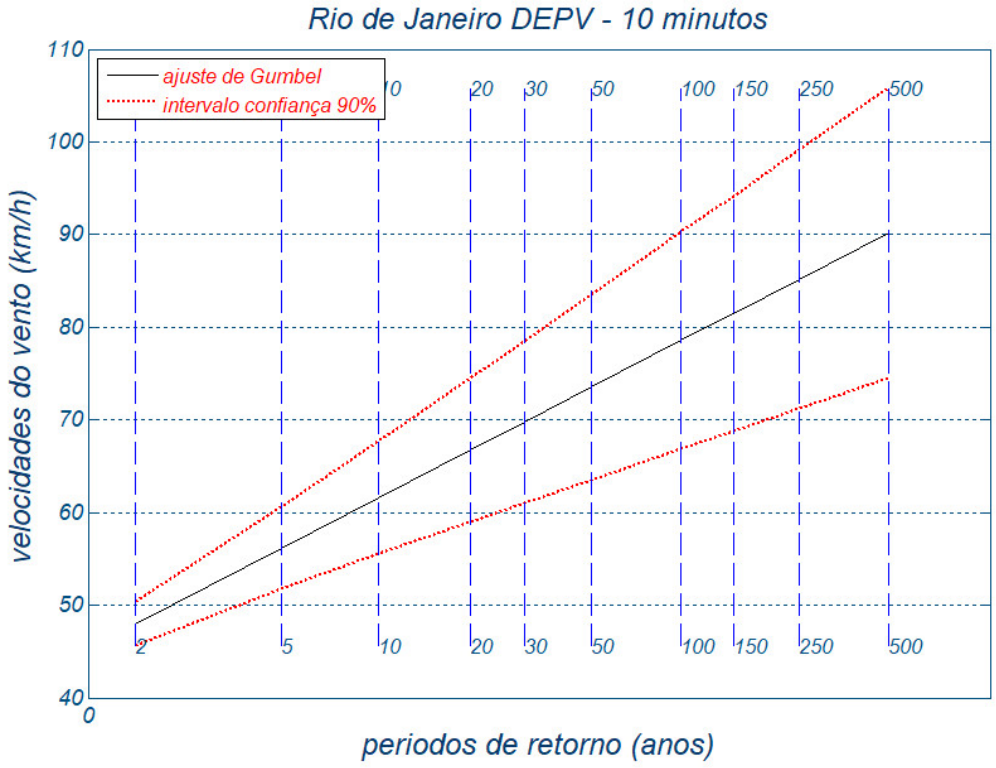

São Carlos - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

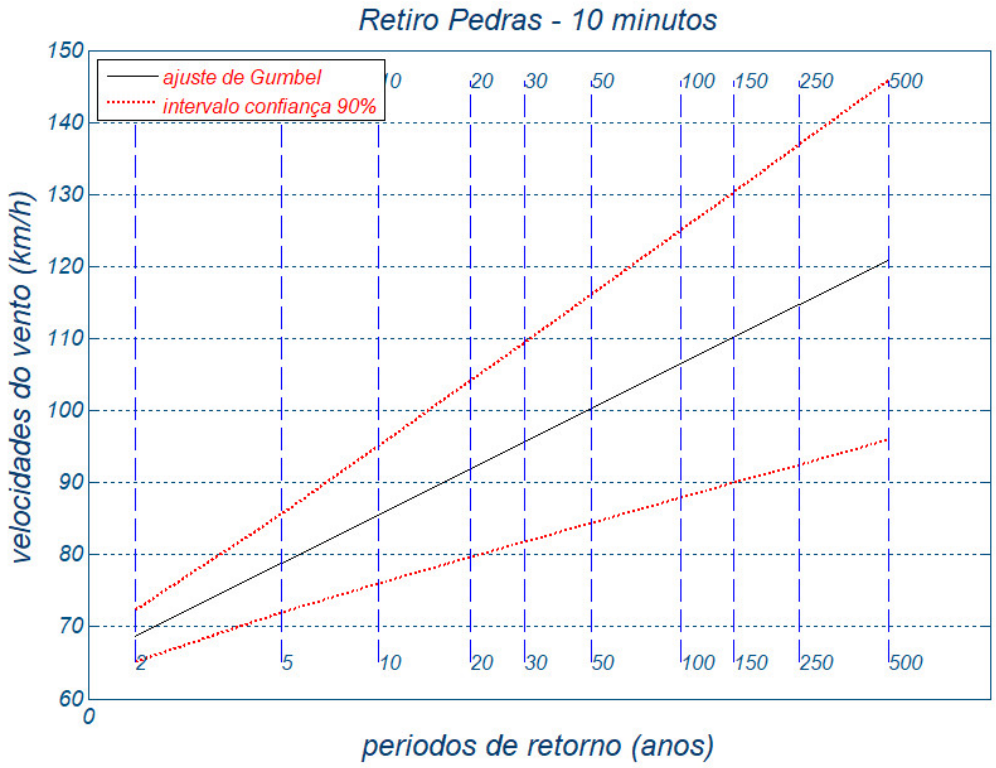

Santa Cruz DEPV - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

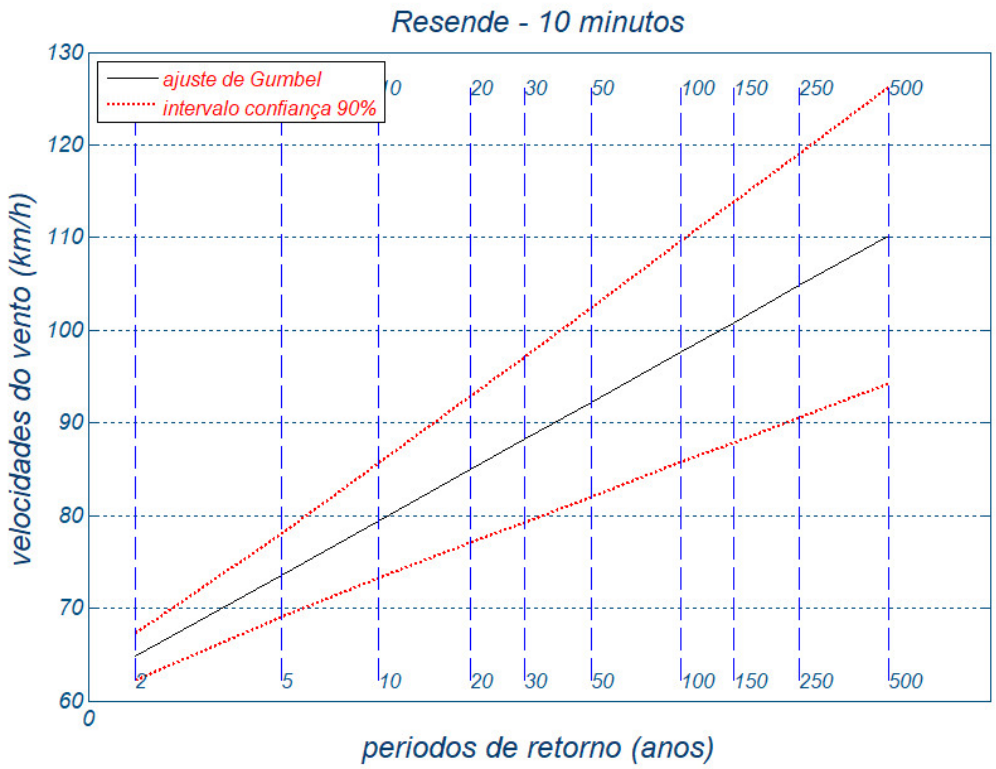

Sacramento - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

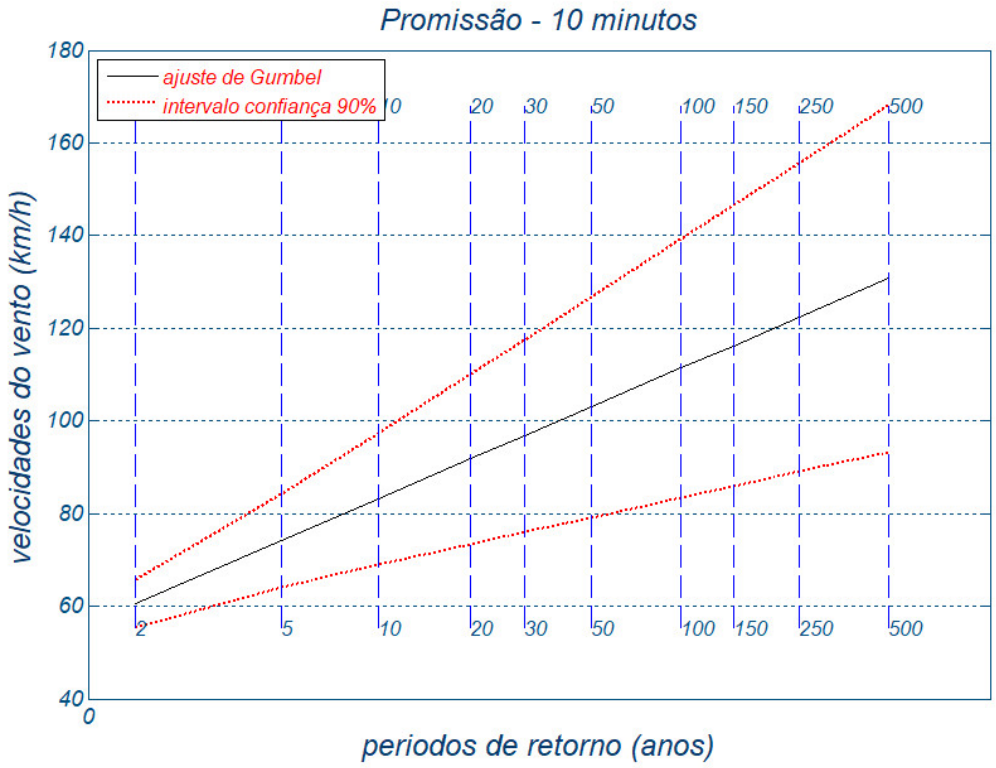

S Pedro P Firme - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

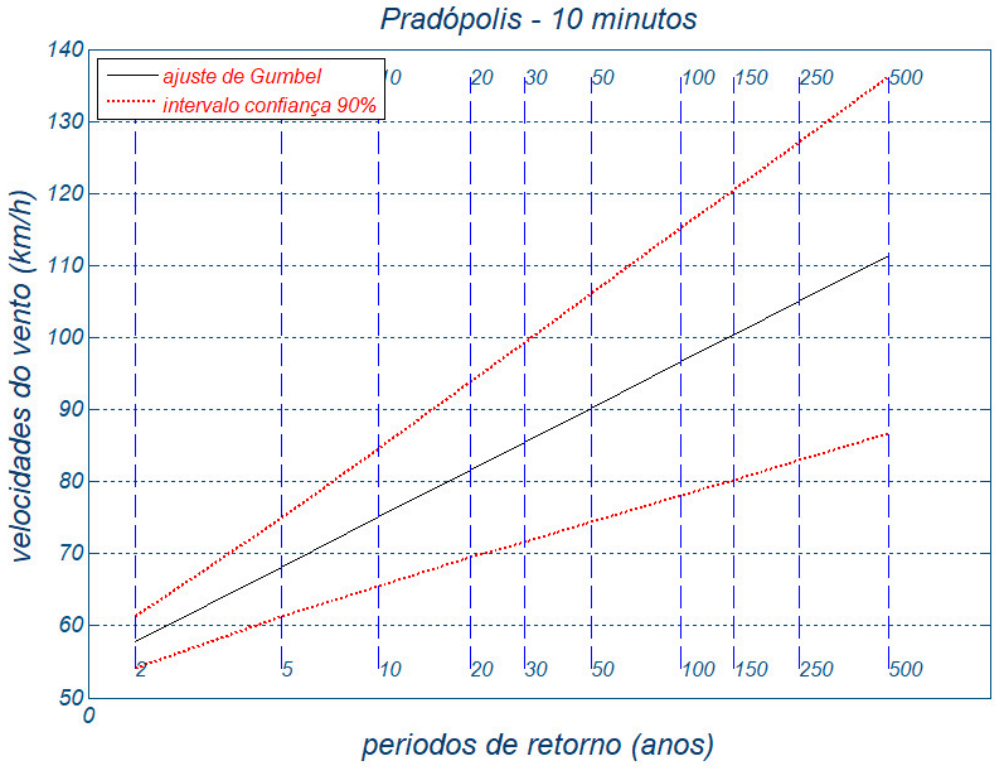

Rio Verde - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
180
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

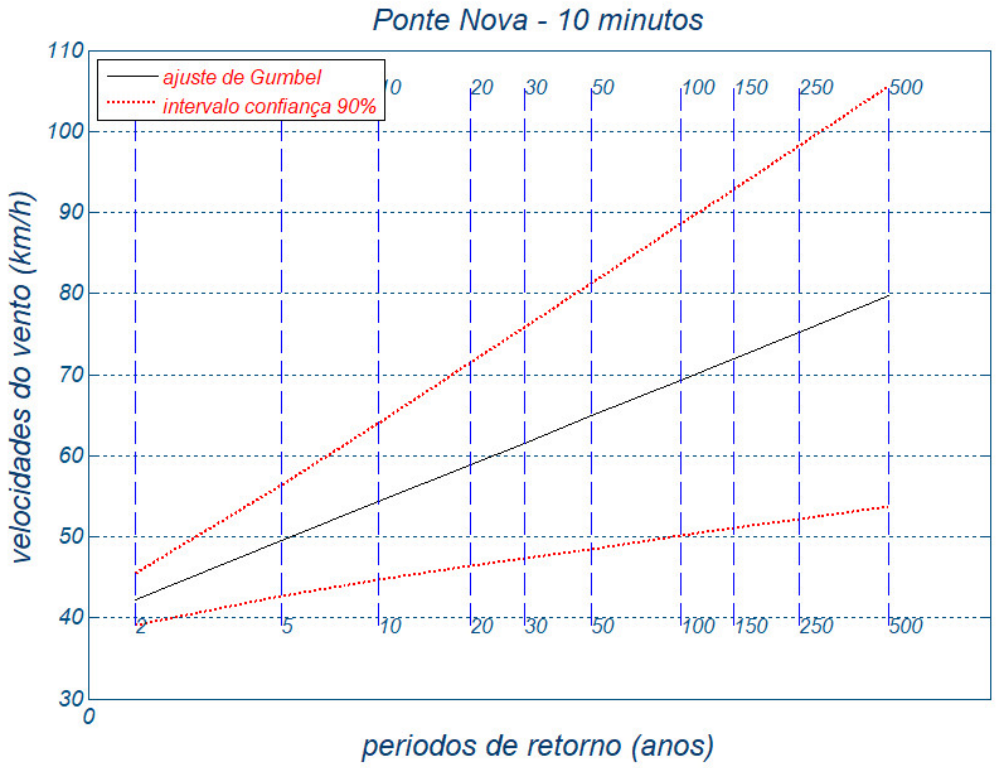

Rio de Janeiro DEPV - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

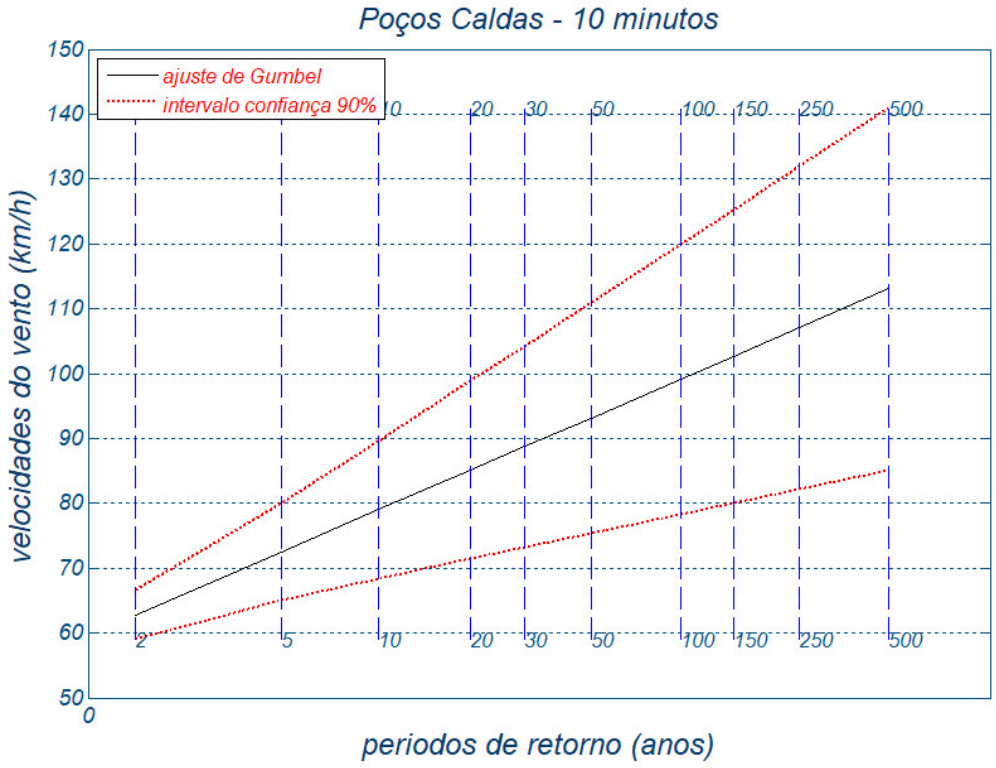

Retiro Pedras - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

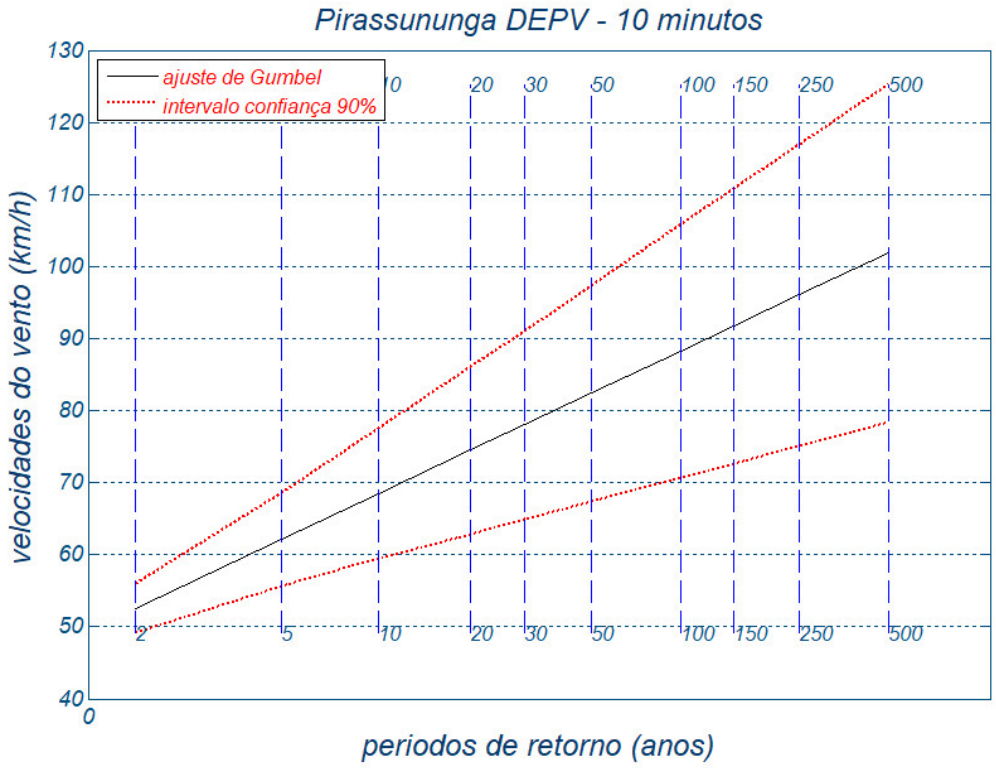

Resende - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

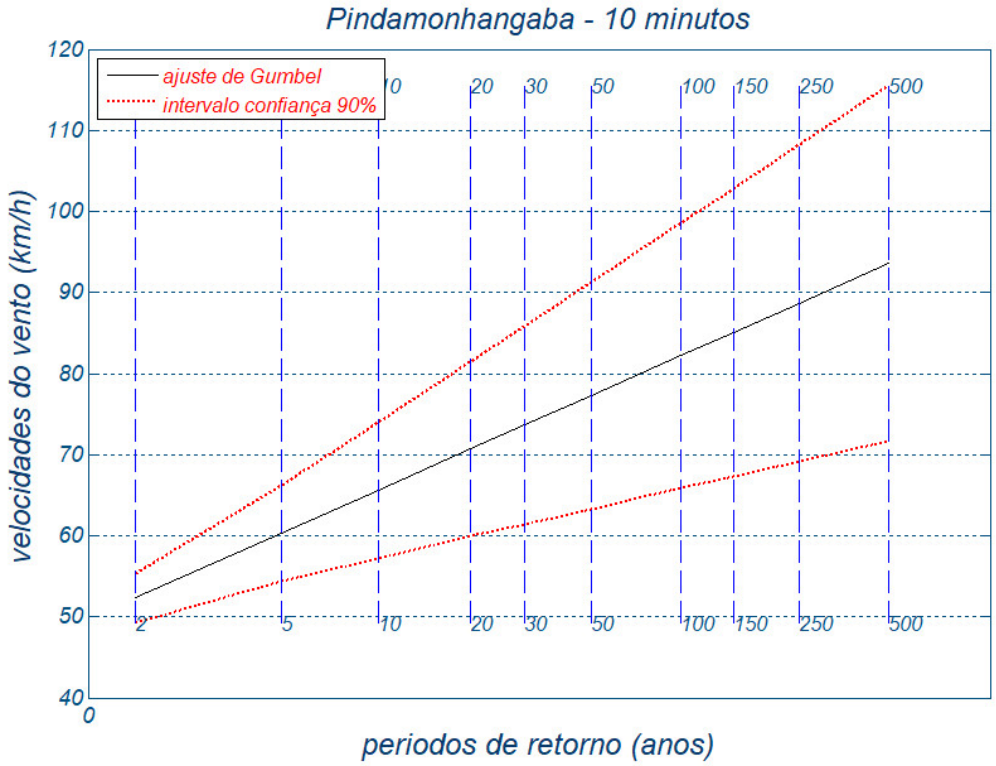

Promissão - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
180
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

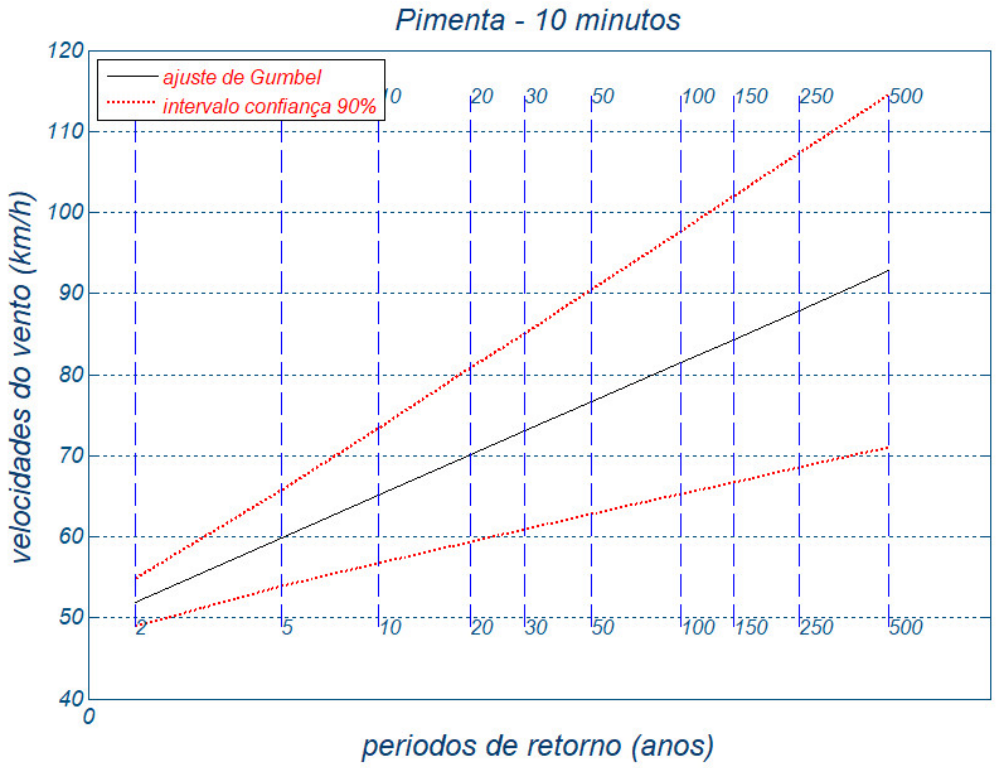

Pradópolis - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

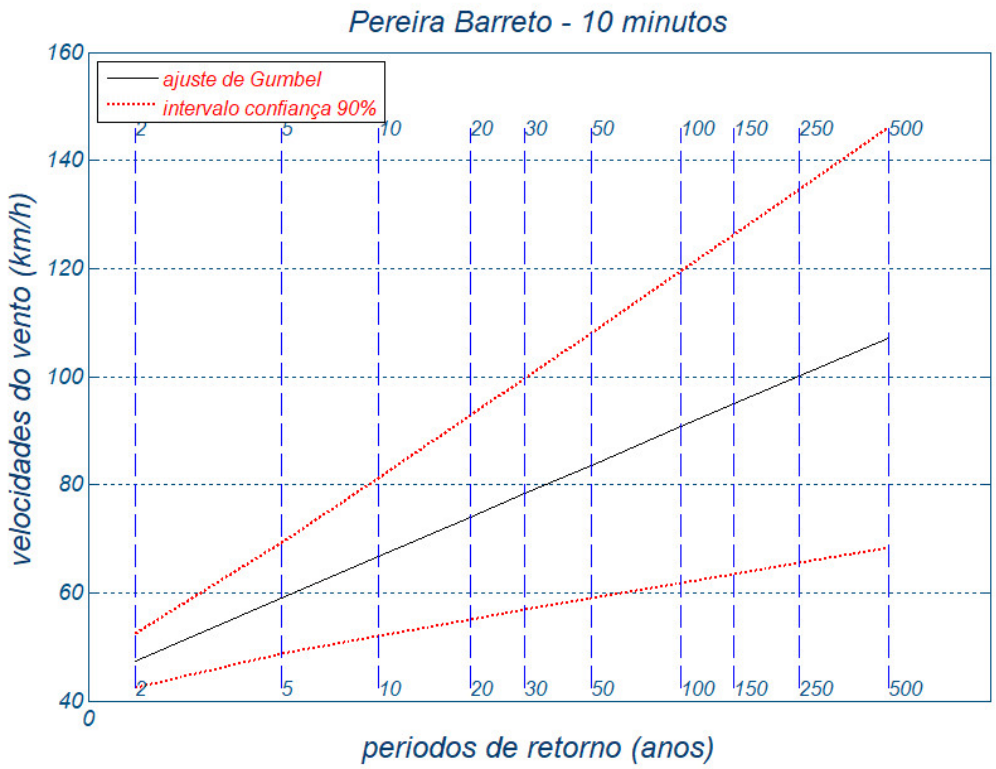

Ponte Nova - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
110
100
90
80
70
60
50
40
30
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

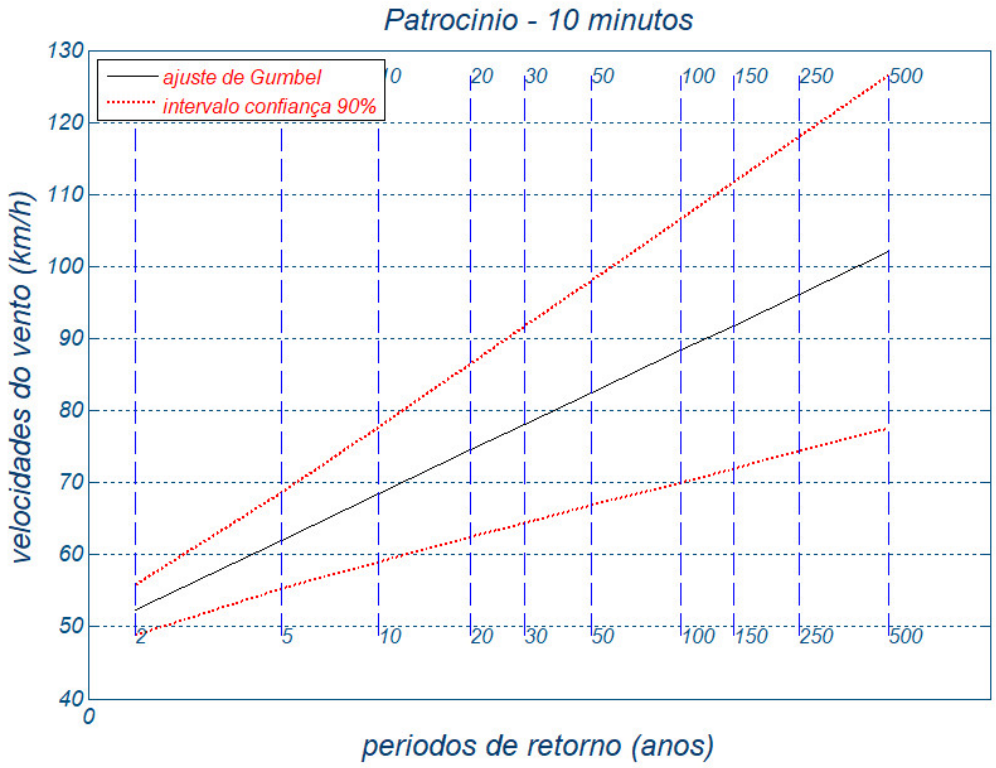

Poços Caldas - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

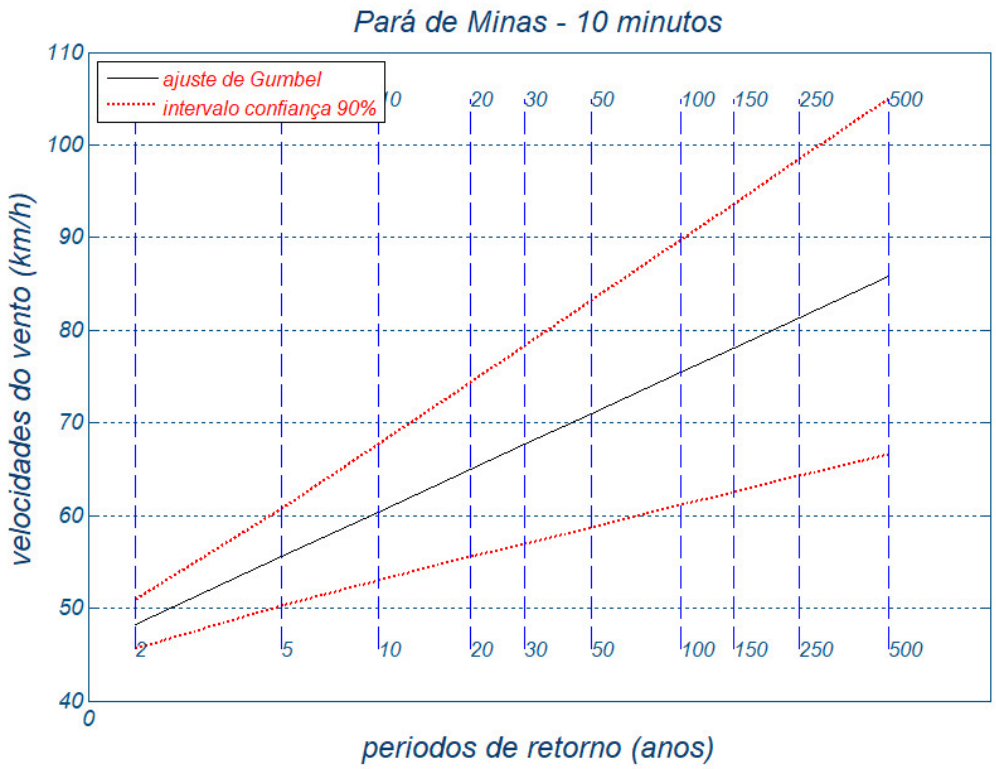

Pirassununga DEPV - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

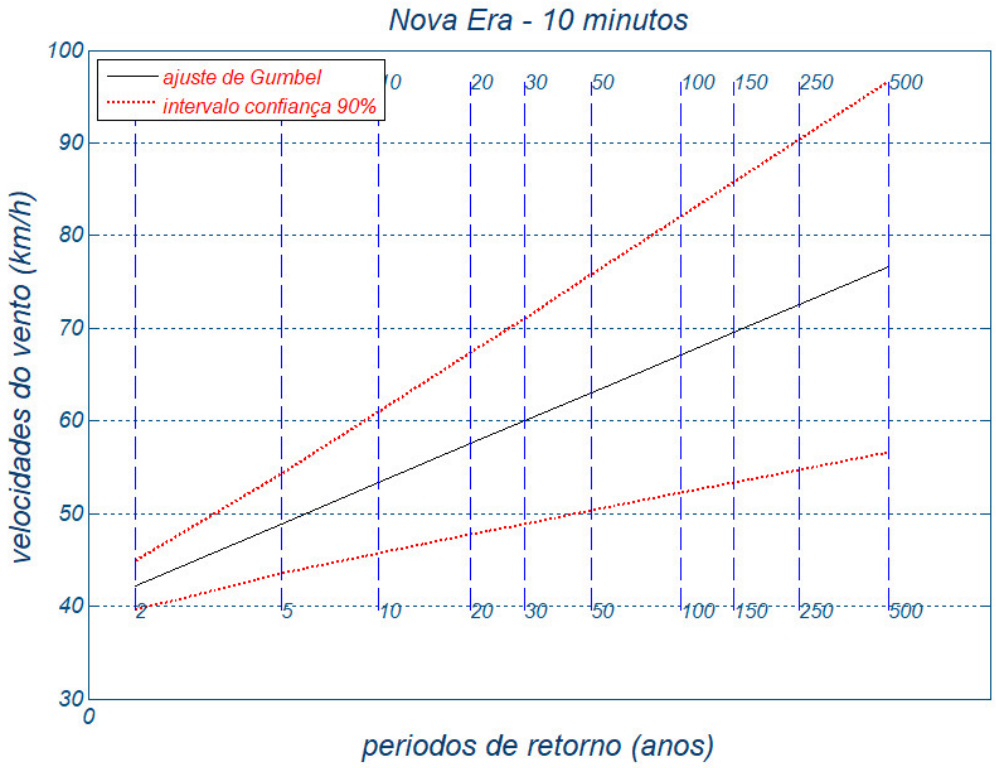

Pindamonhangaba - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

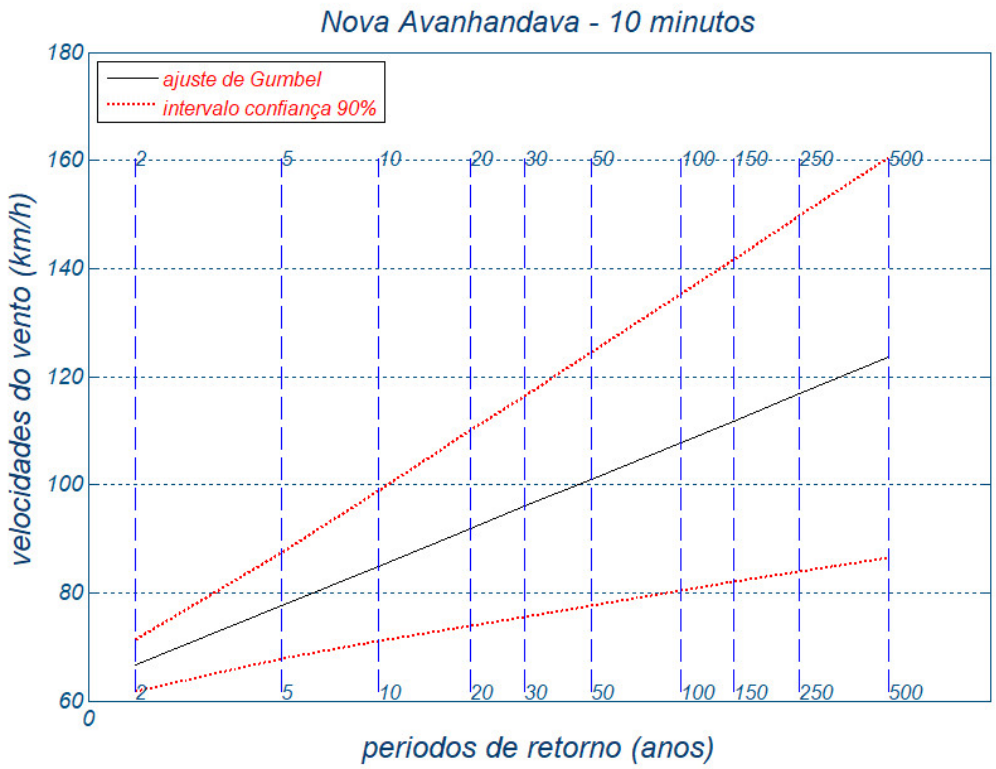

Pimenta - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

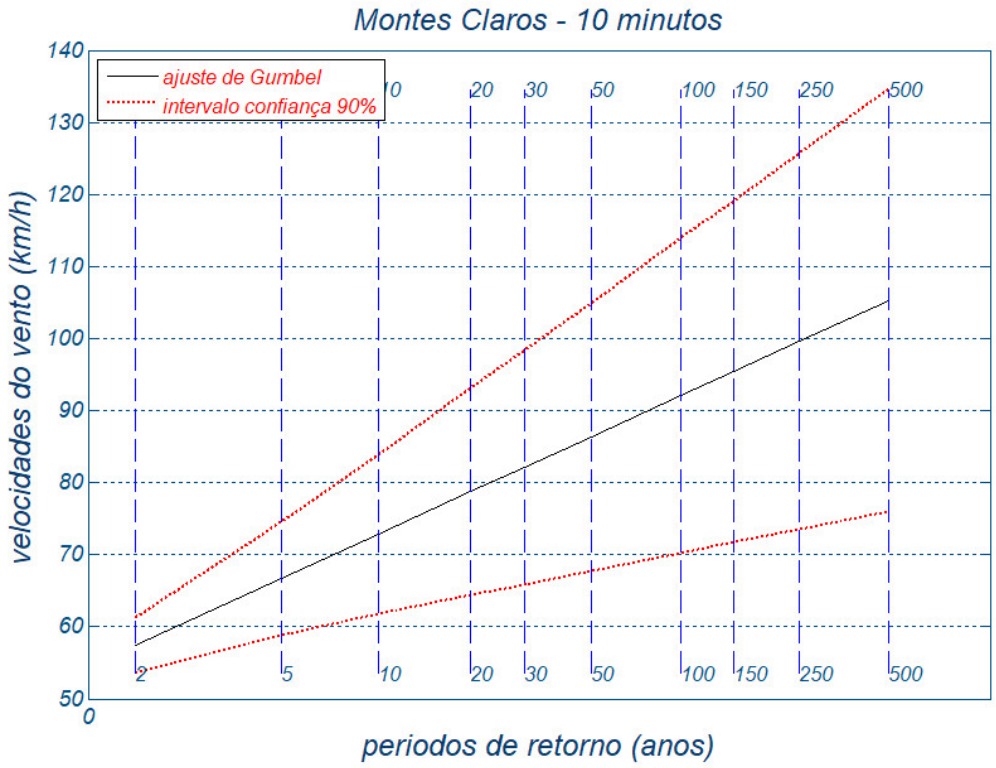

Pereira Barreto - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

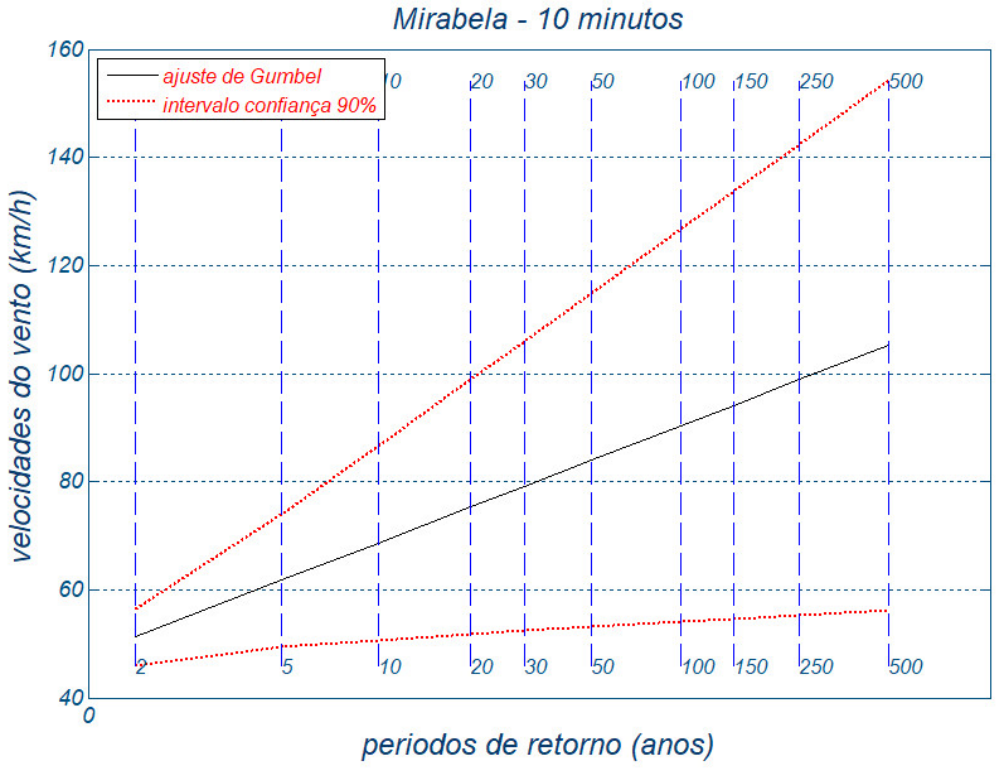

Patrocinio - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

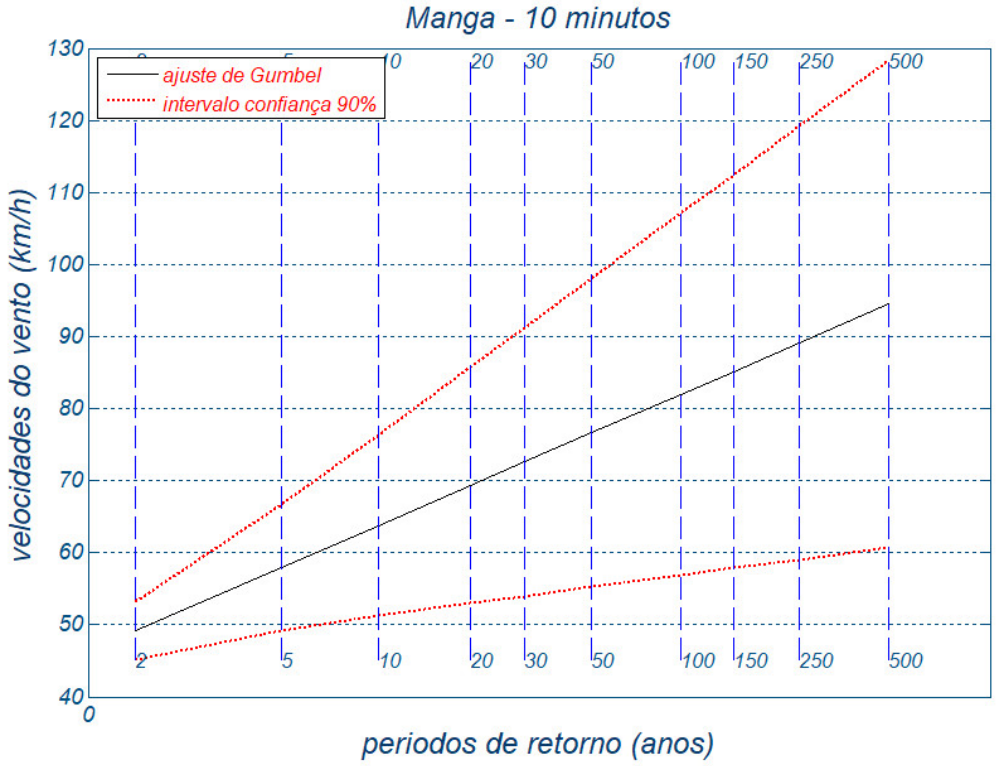

Pará de Minas - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

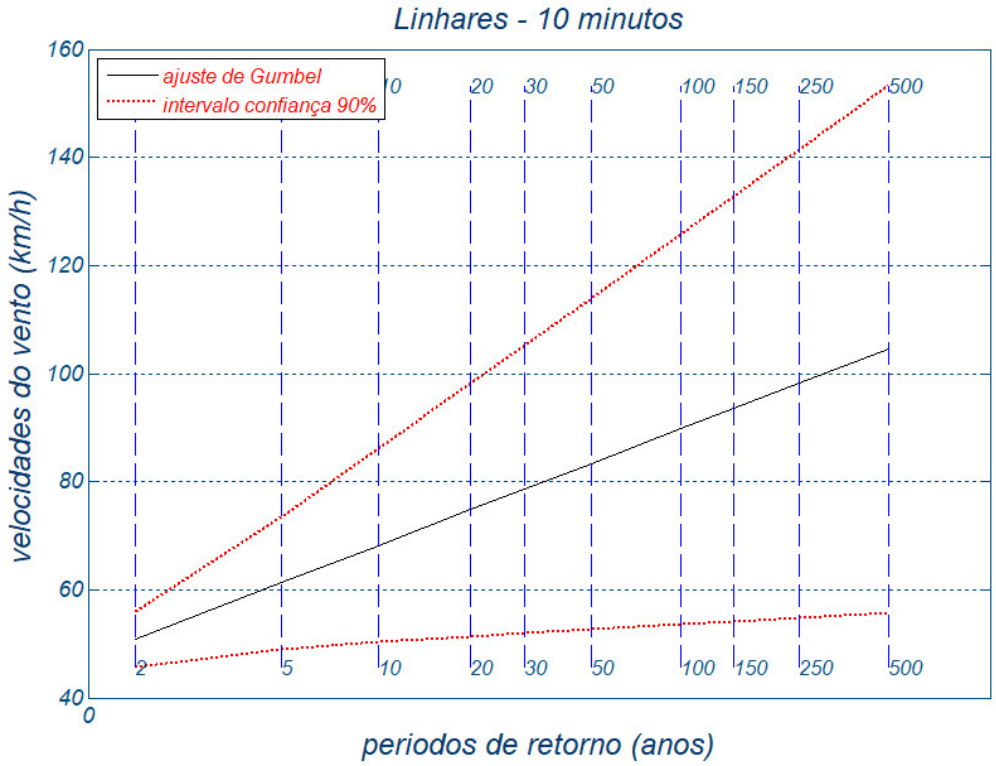

Nova Era - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
100
90
80
70
60
50
40
30
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

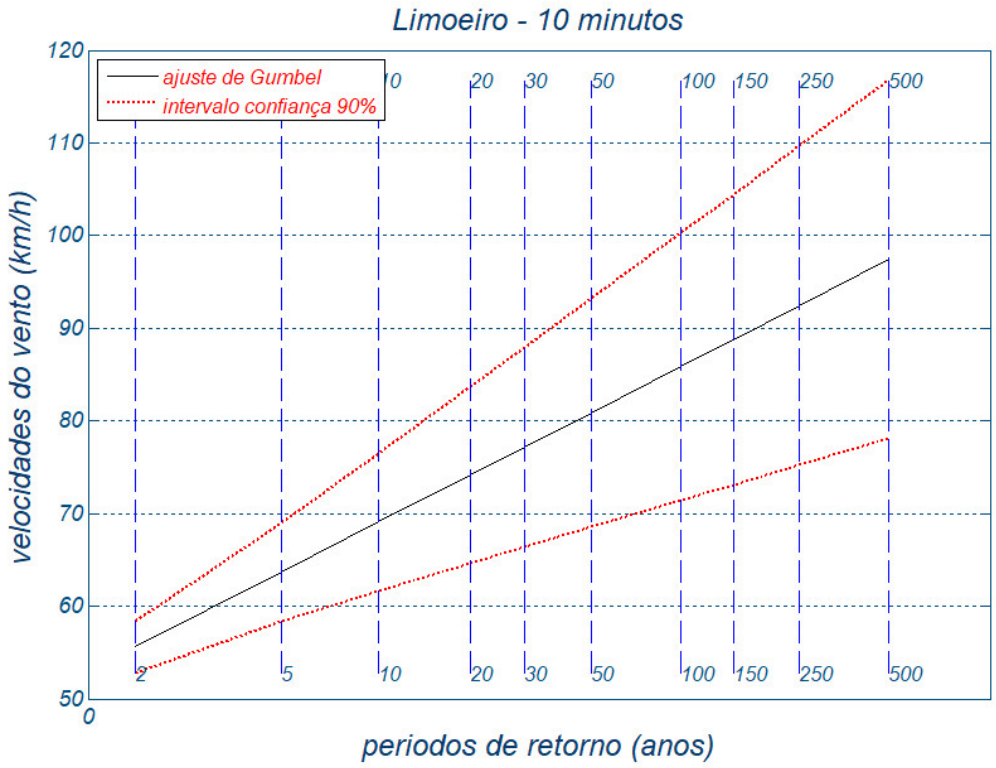

Nova Avanhandava - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
180
160
140
120
100
80
60
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

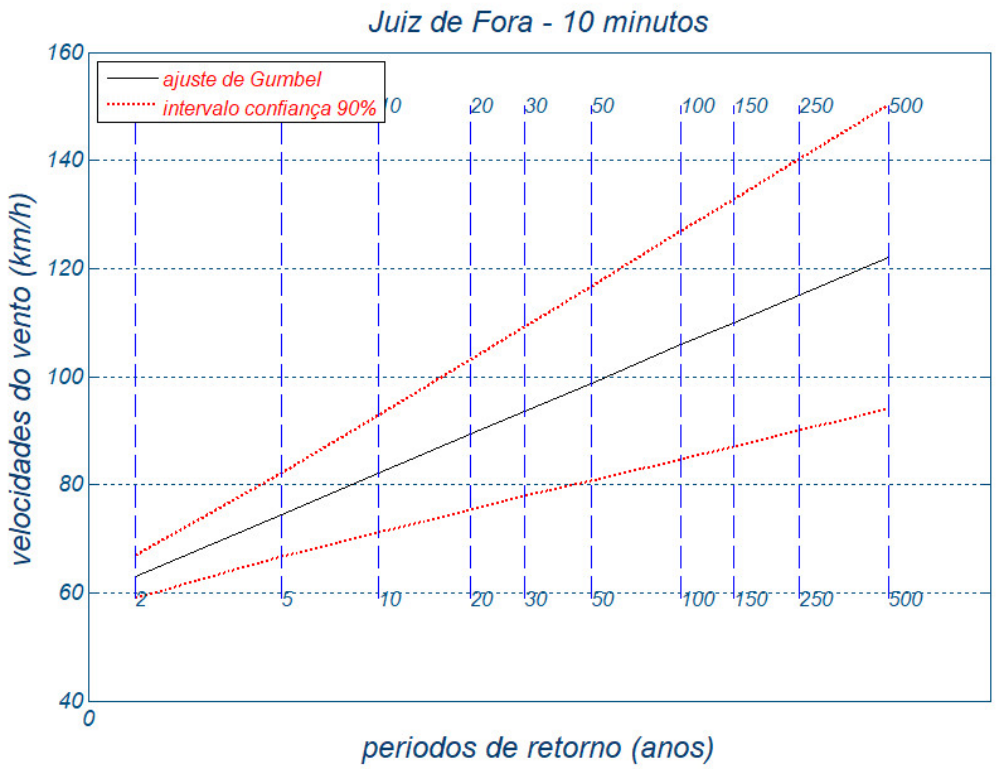

Montes Claros - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

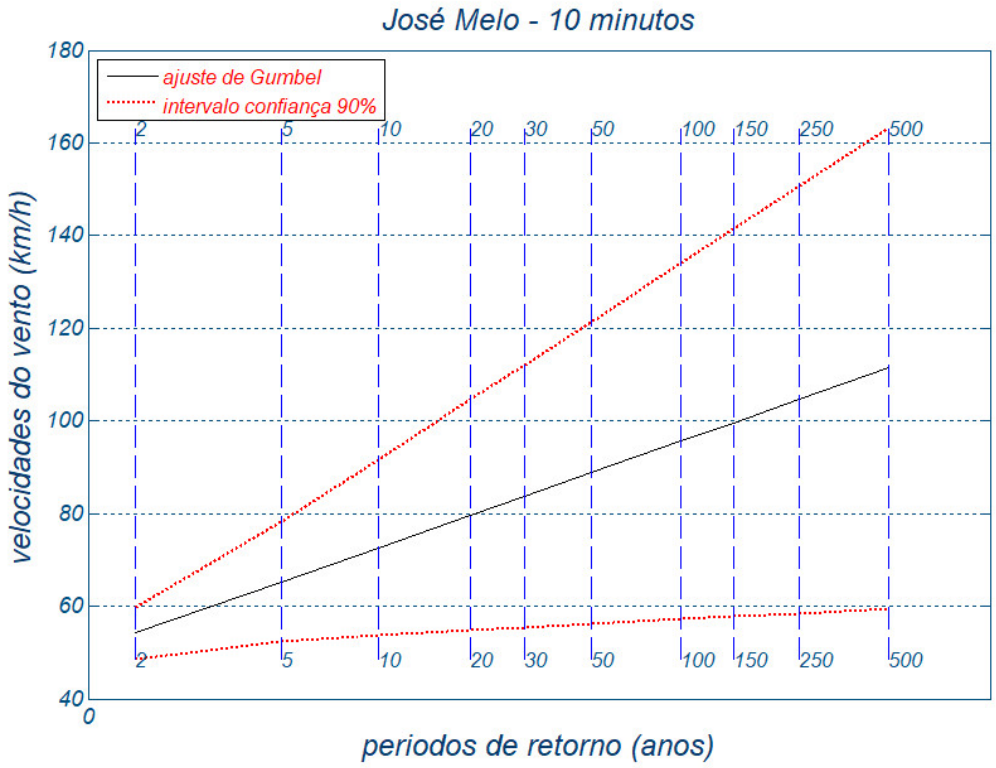

Mirabela - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

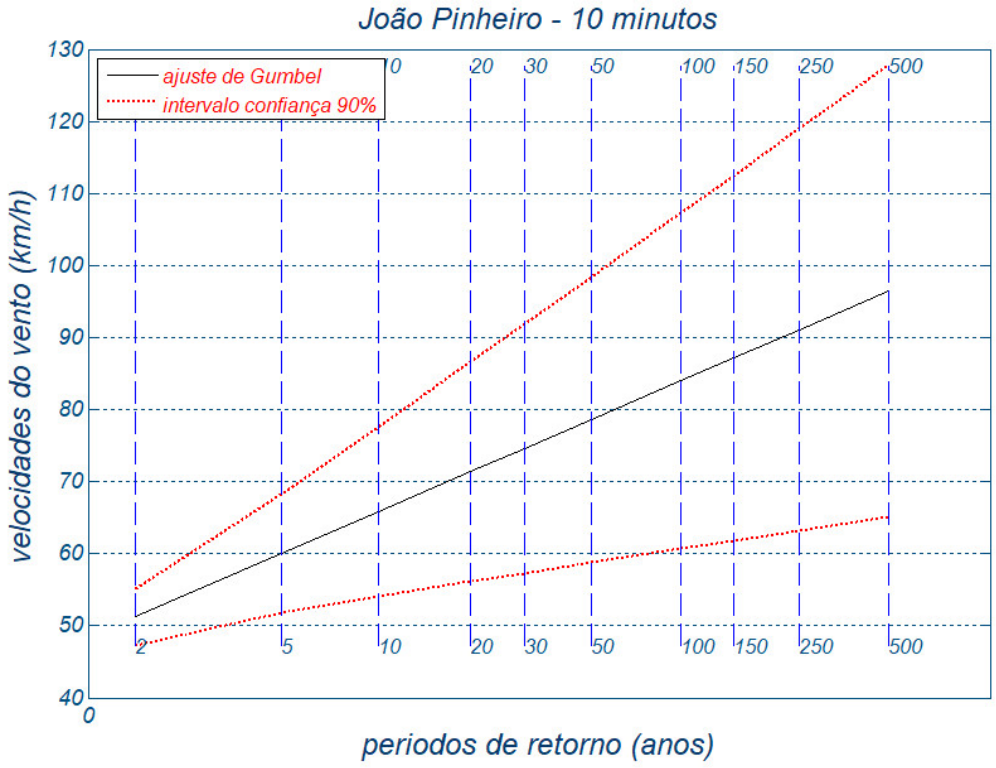

Manga - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

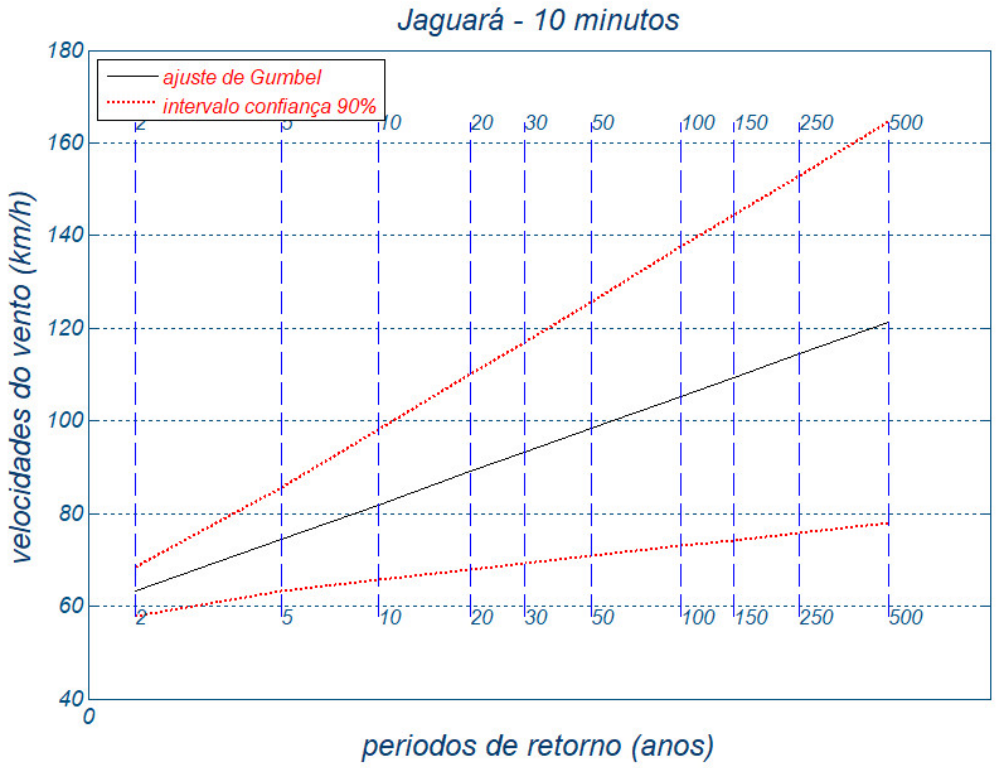

Linhares - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

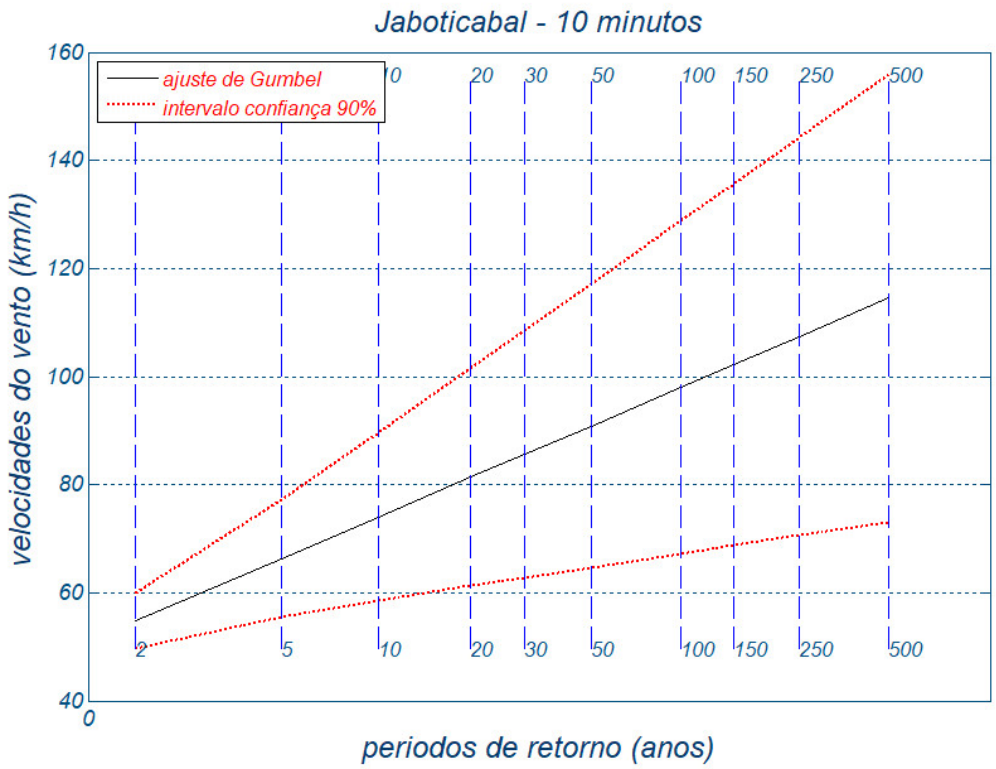

Limoeiro - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

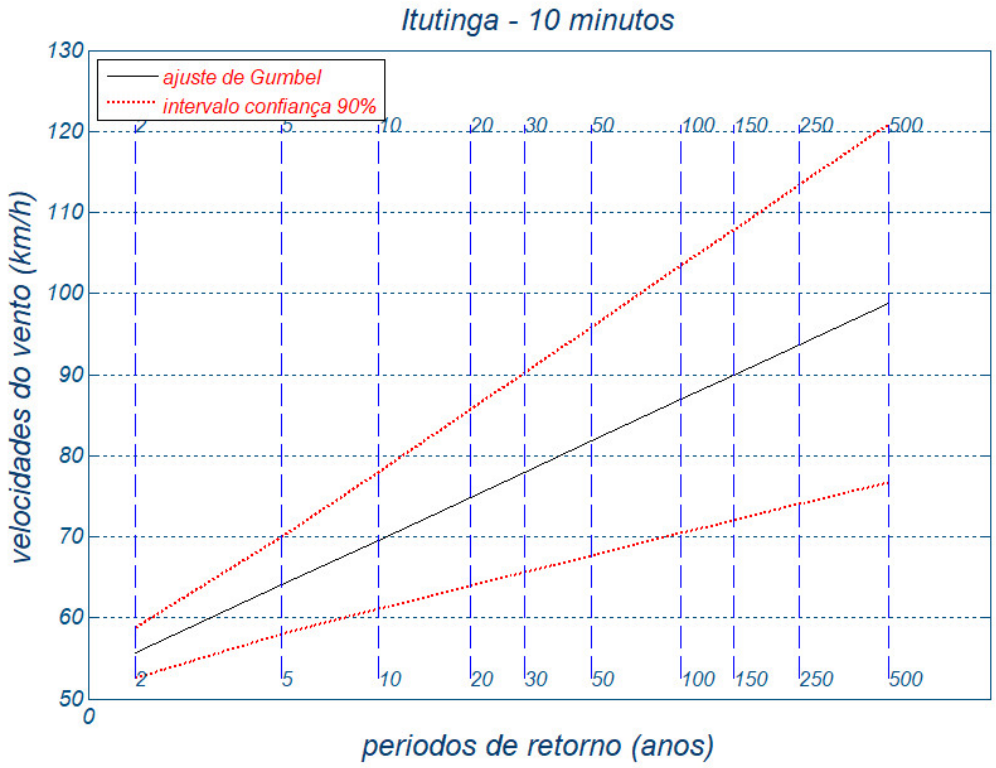

Juiz de Fora - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

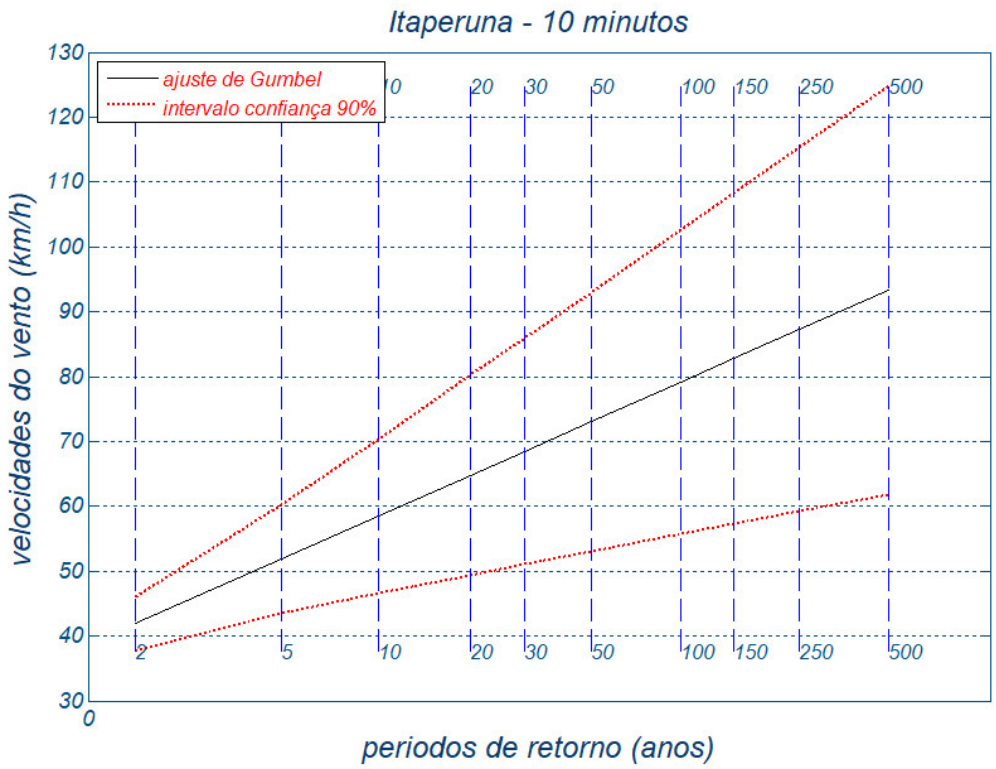

José Melo - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
180
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

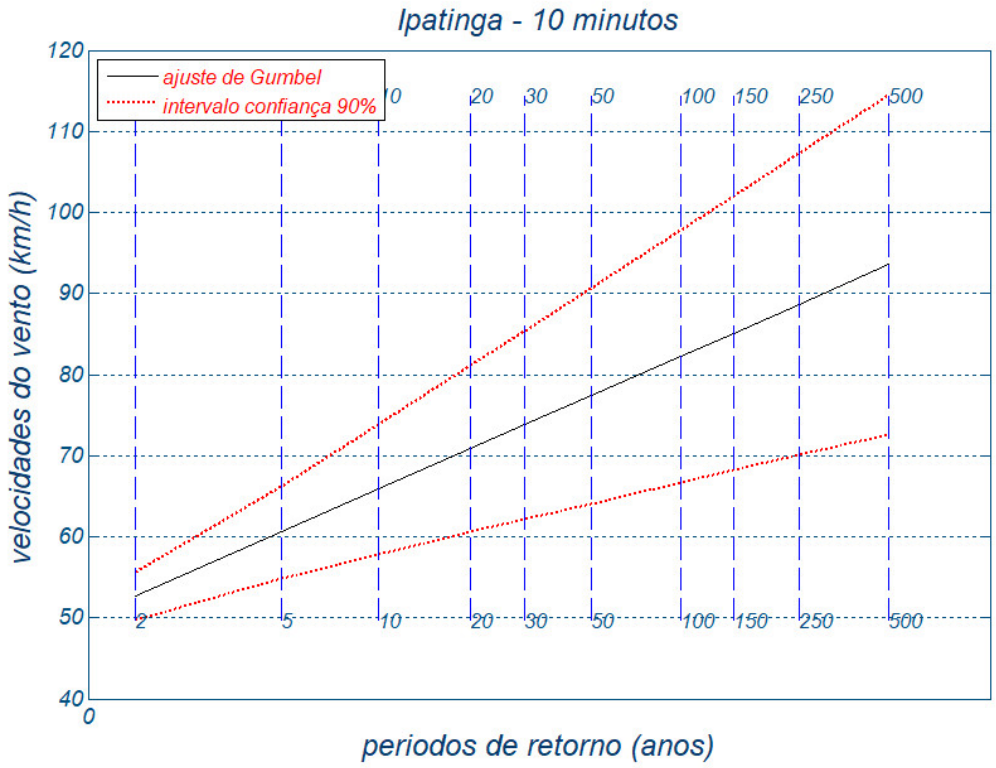

João Pinheiro - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

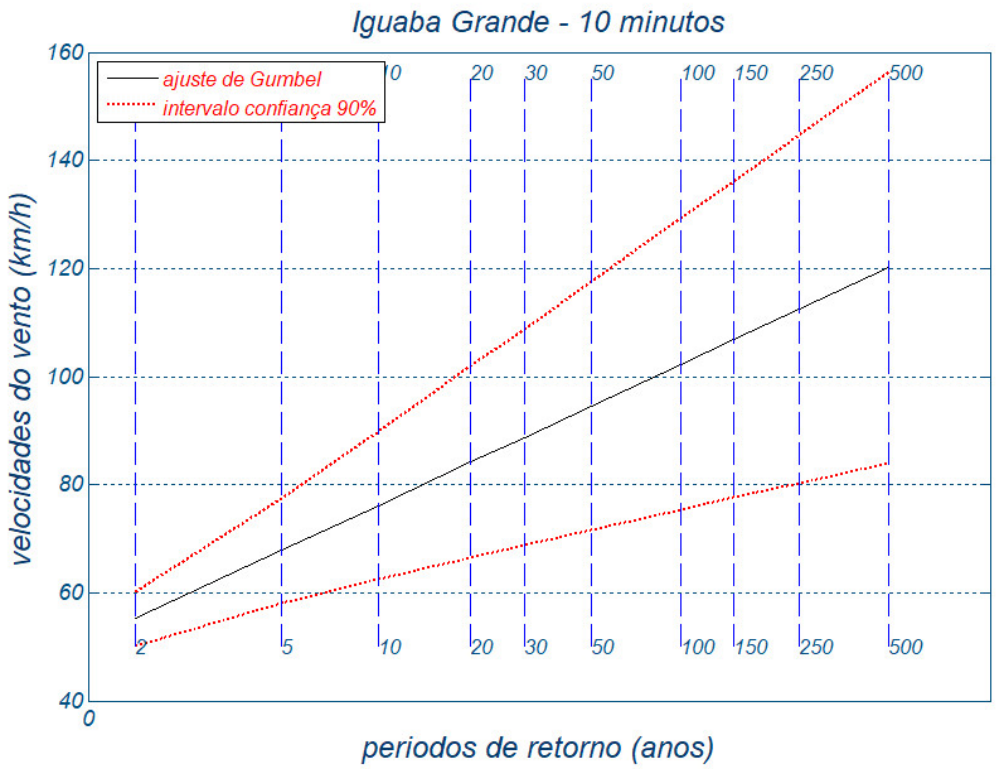

Jaguará - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
180
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

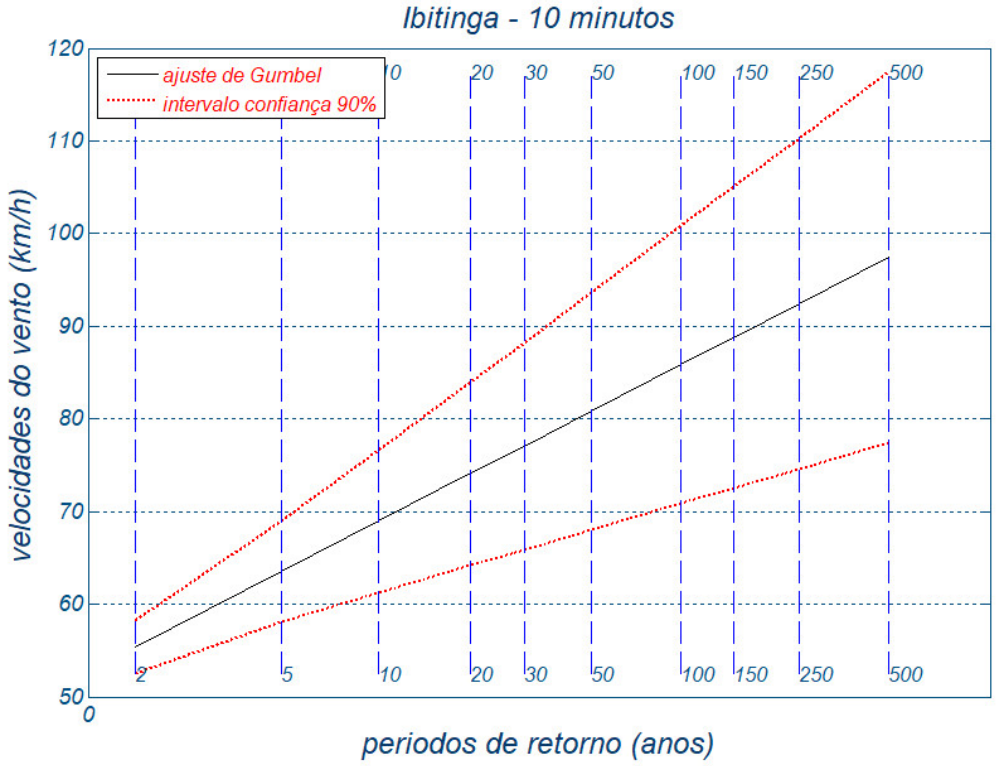

Jaboticabal - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

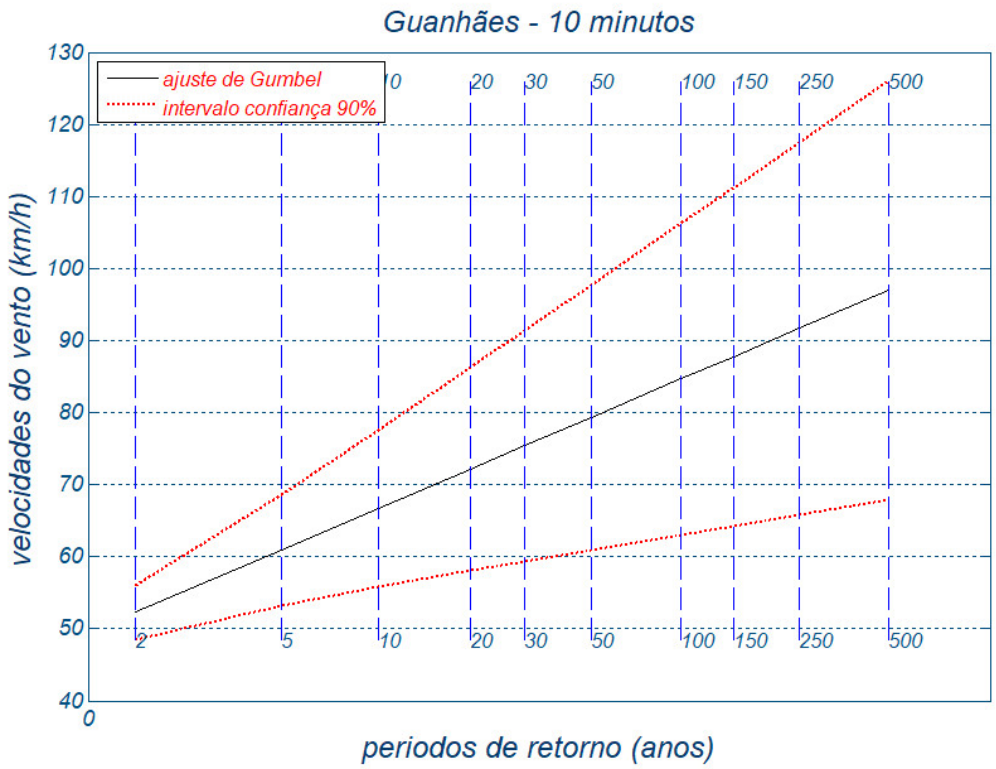

Itutinga - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

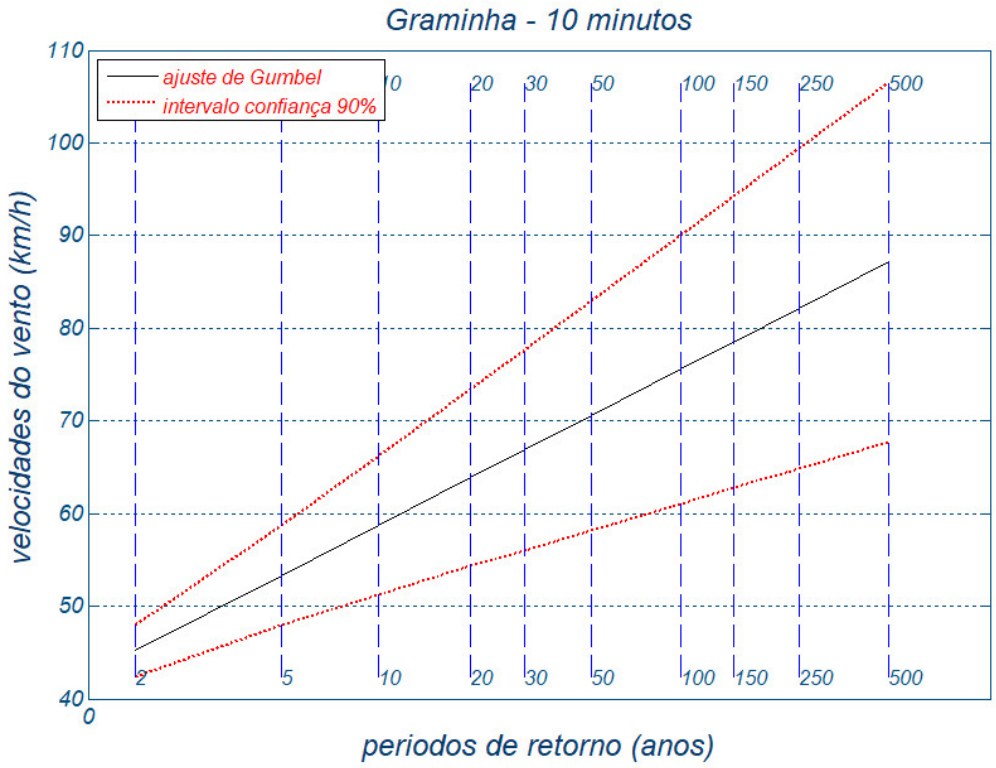

Itaperuna - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

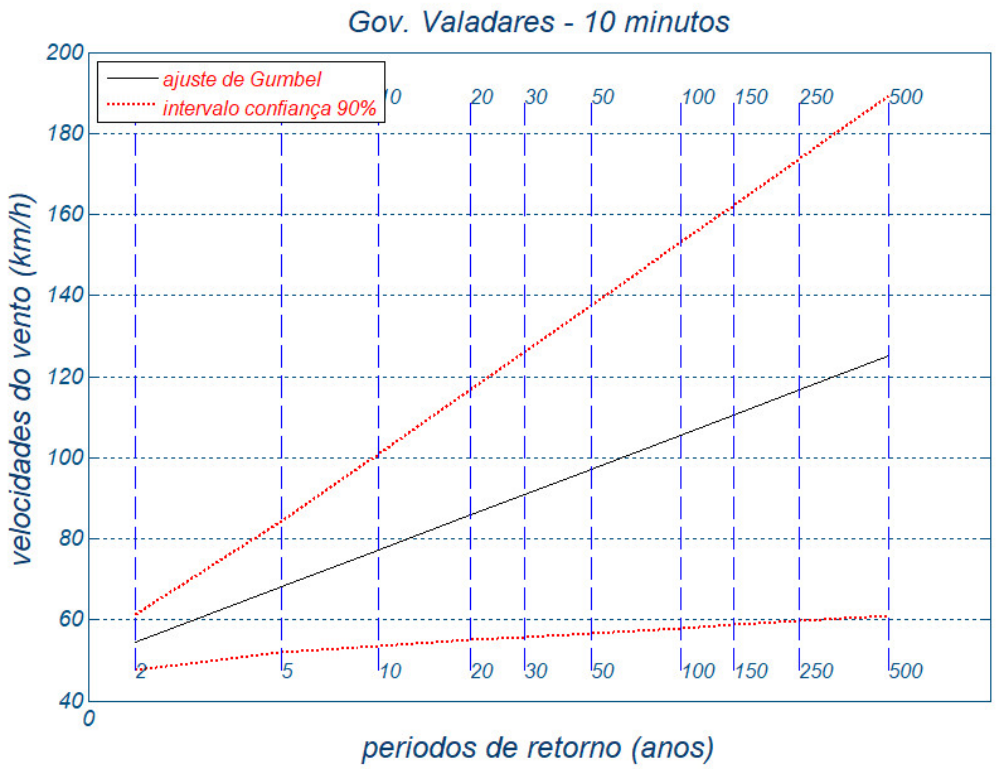

Ipatinga - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

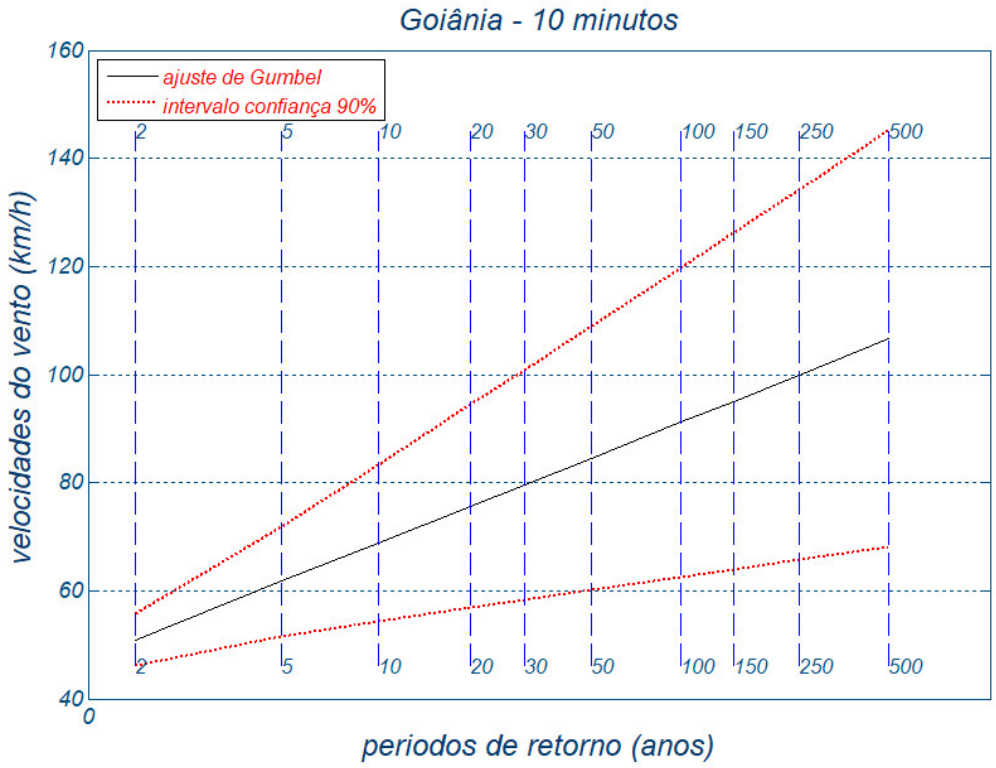

Iguaba Grande - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

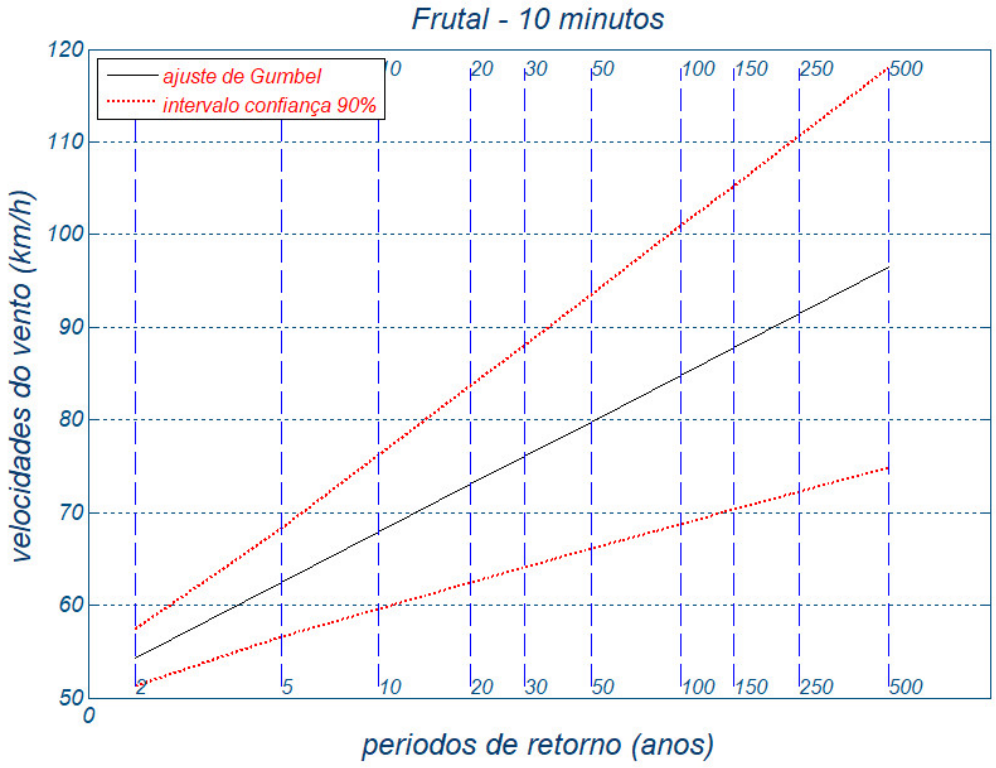

Ibitinga - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

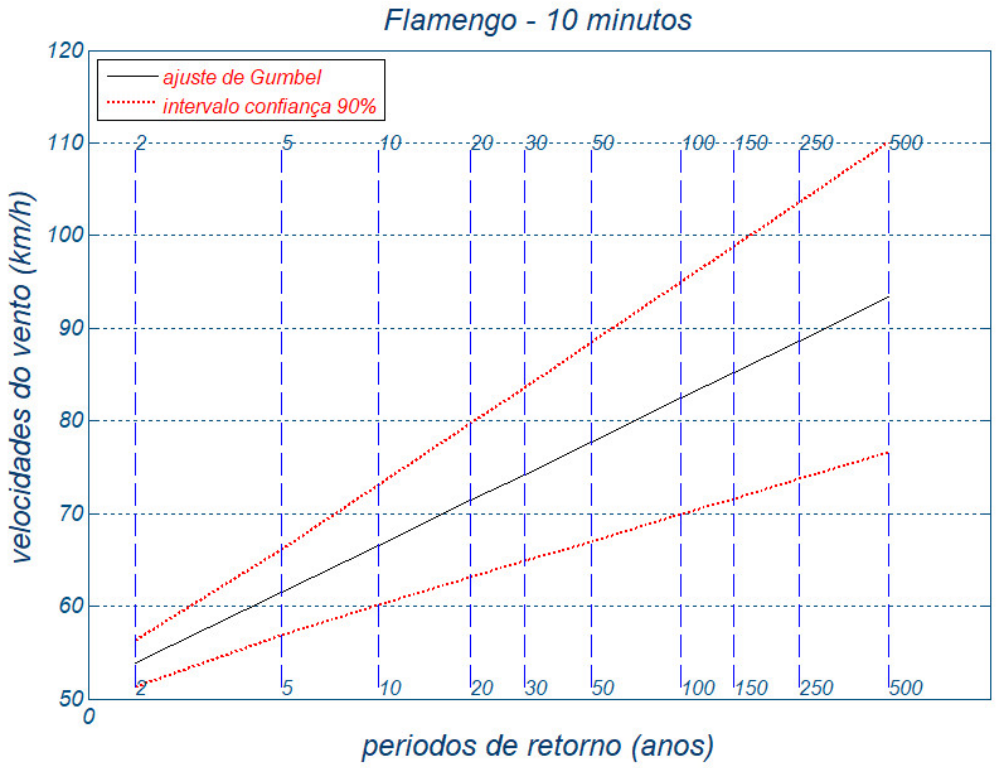

Guanhães - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

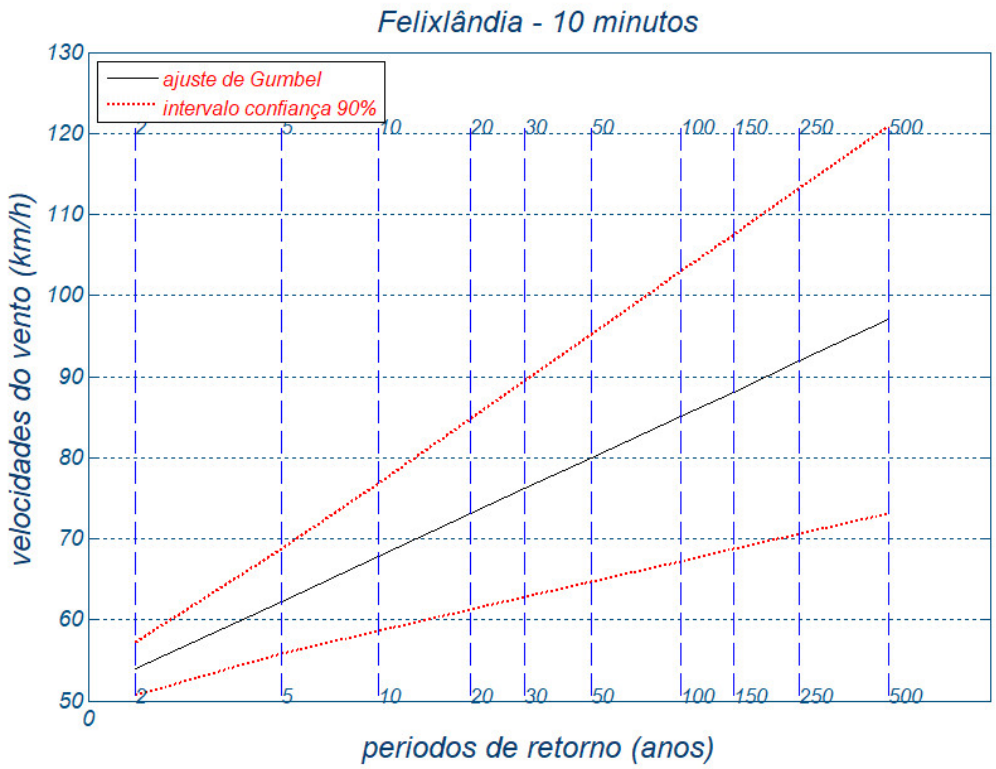

Graminha - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

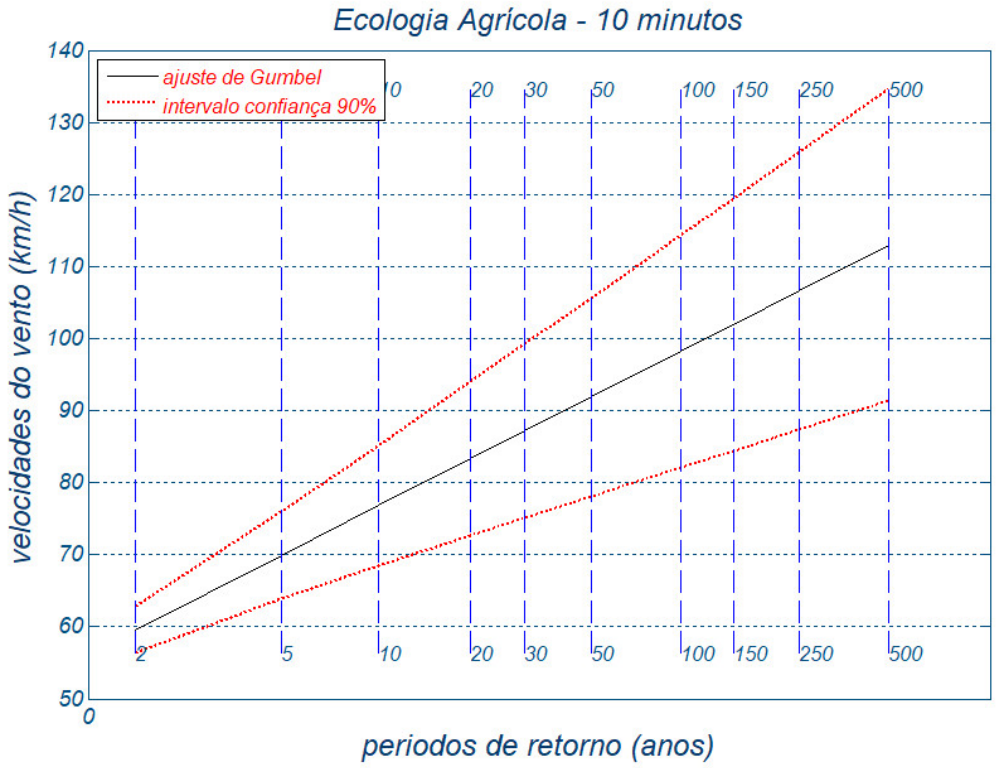

Gov. Valadares - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
200
180
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

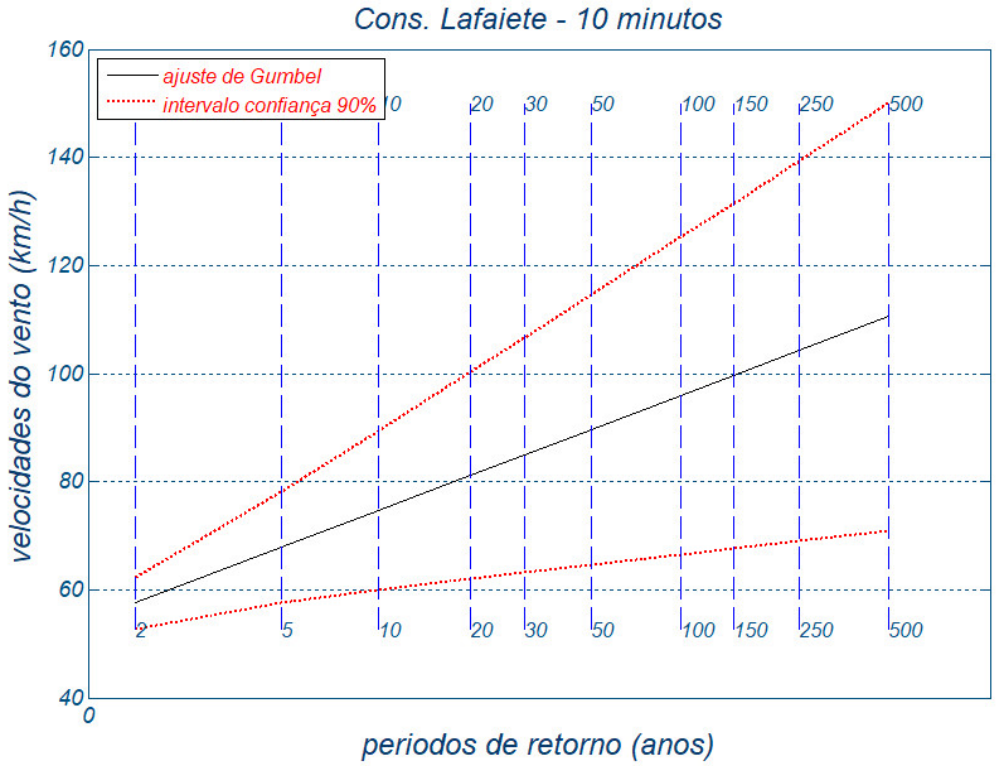

Goiânia - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

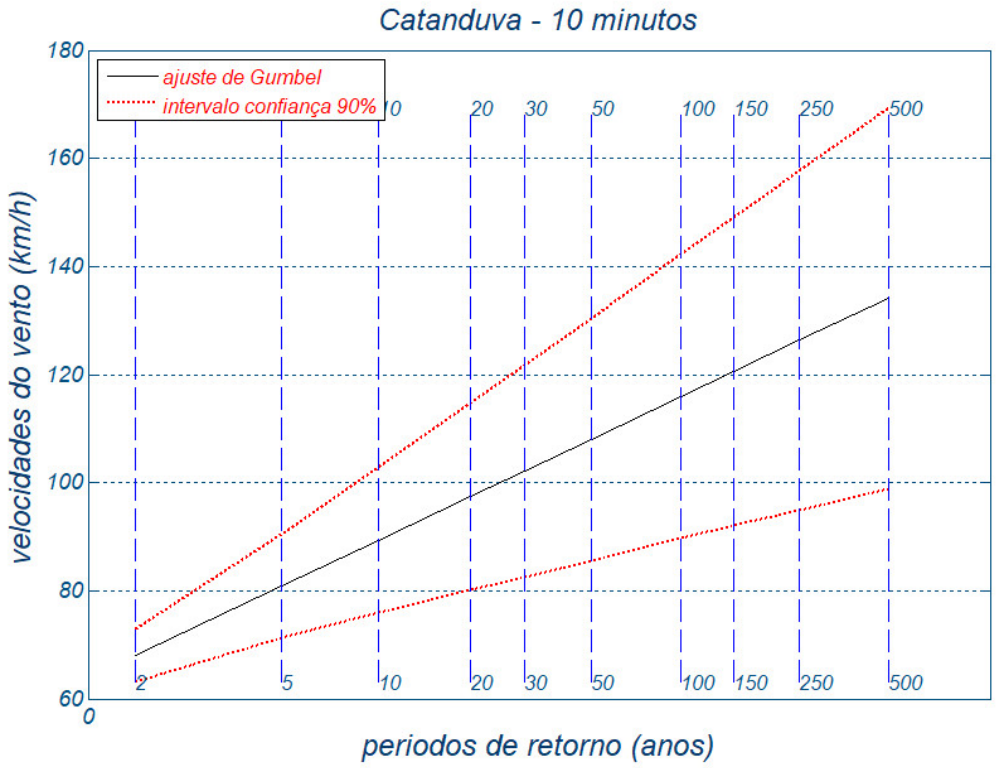

Frutal - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

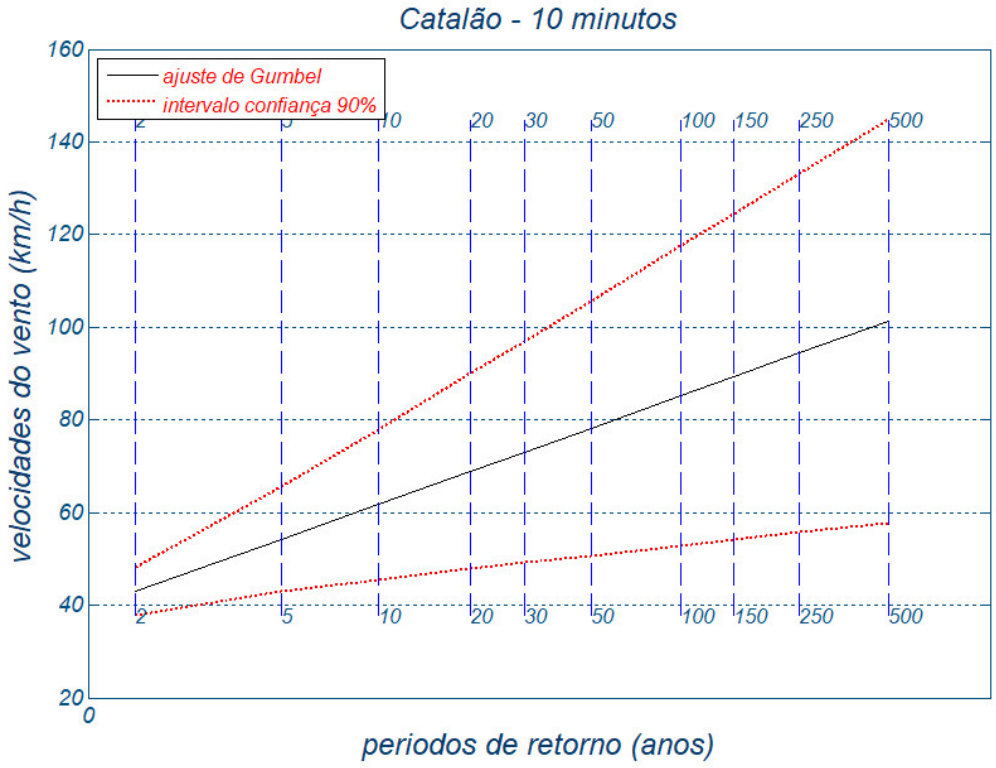

Flamengo - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

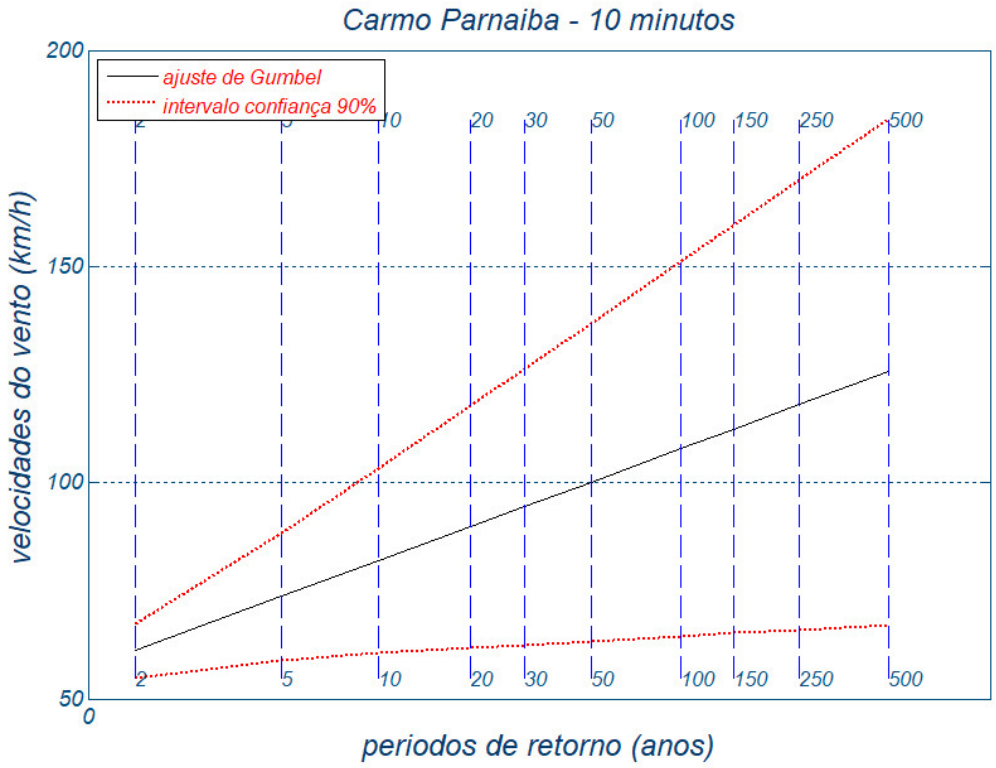

Felixlândia - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

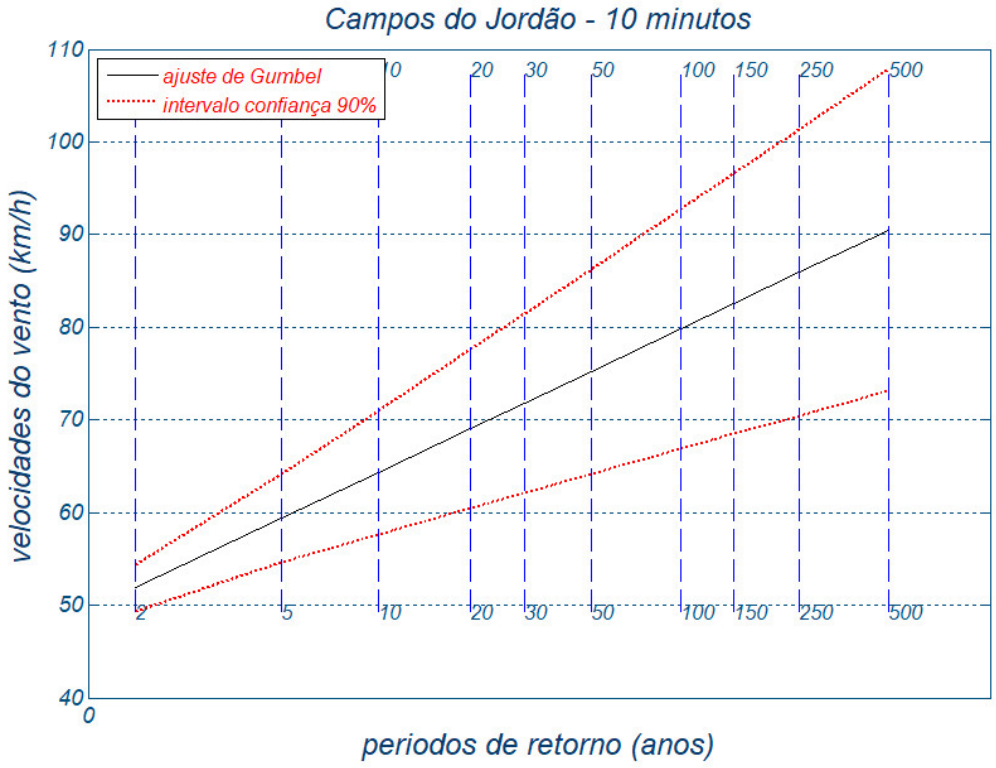

Ecologia Agrícola - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

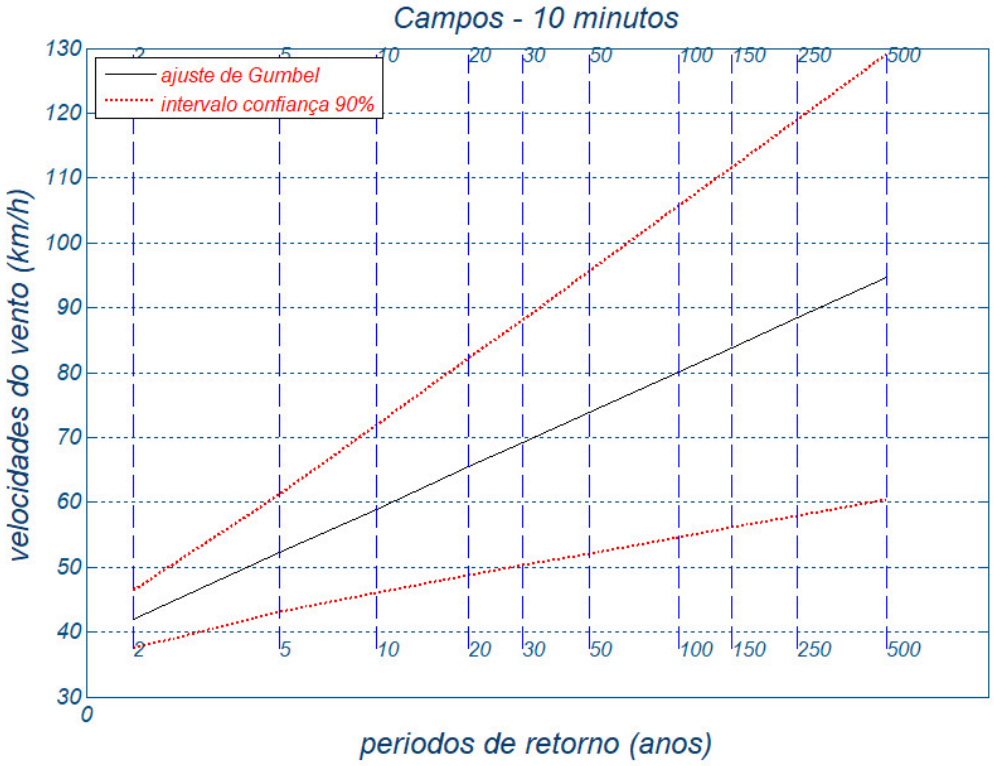

Cons. Lafaiete - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

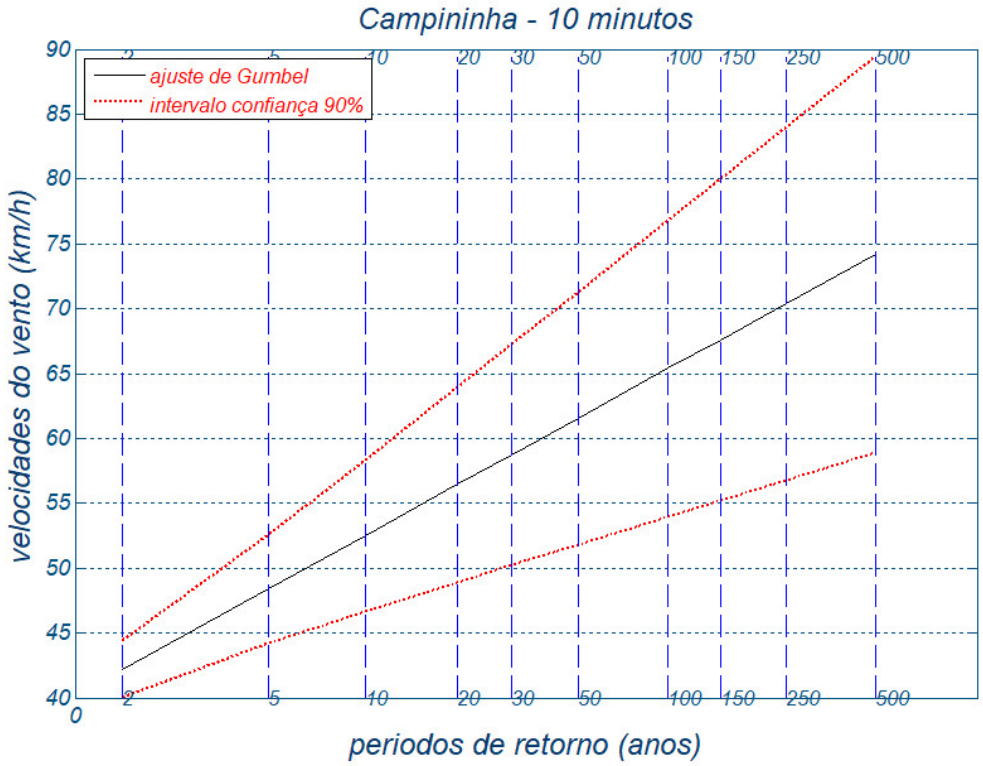

Catanduva - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
180
160
140
120
100
80
60
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

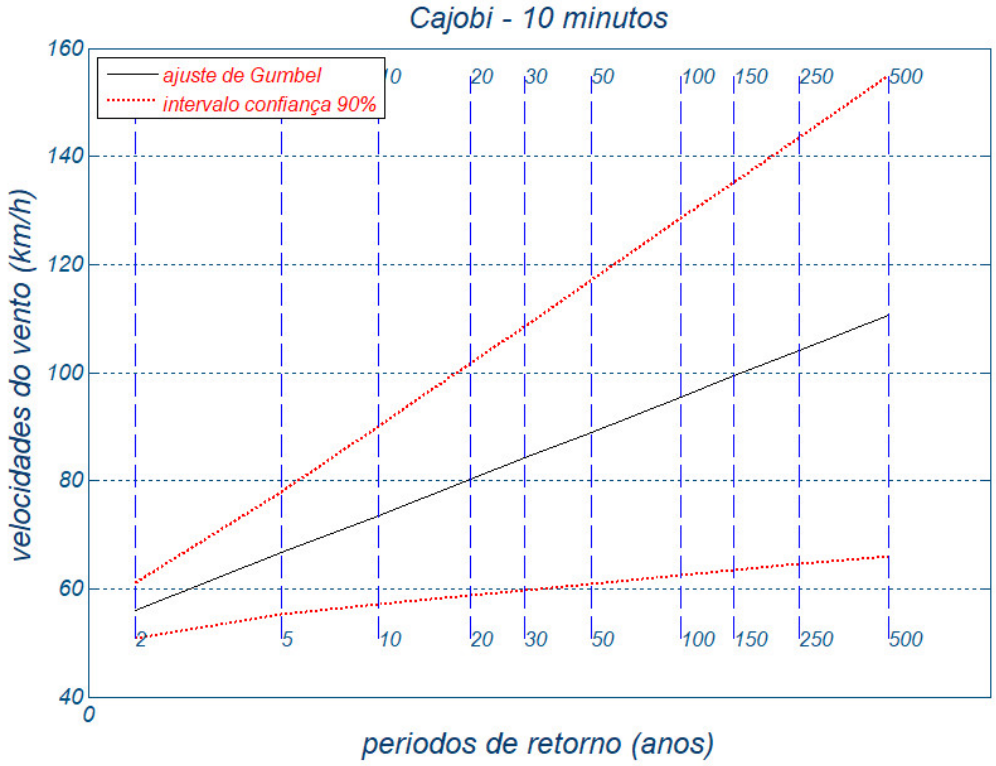

Catalão - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
20
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

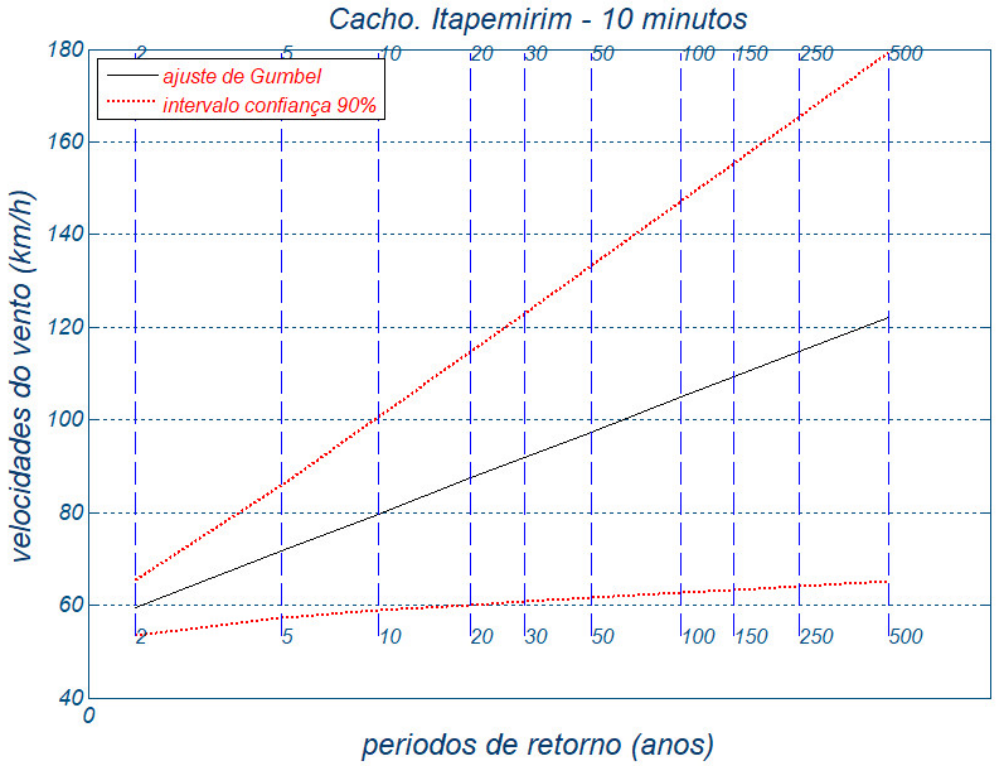

Carmo Parnaiba - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
200
150
100
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

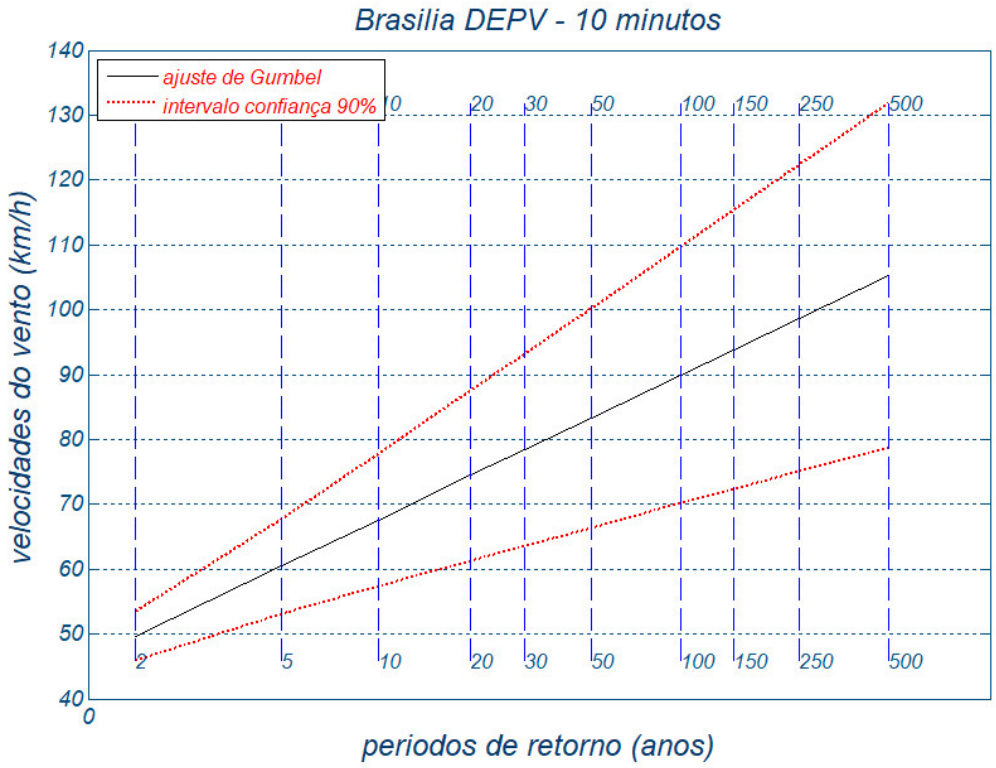

Campos do Jordão - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

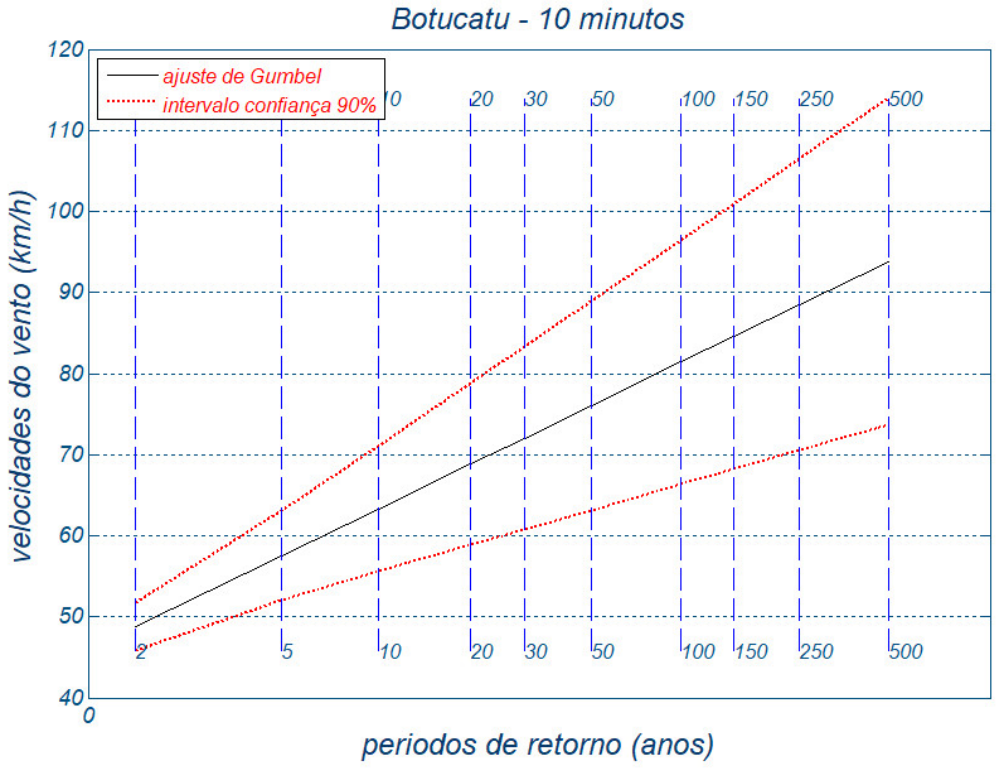

Campos - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

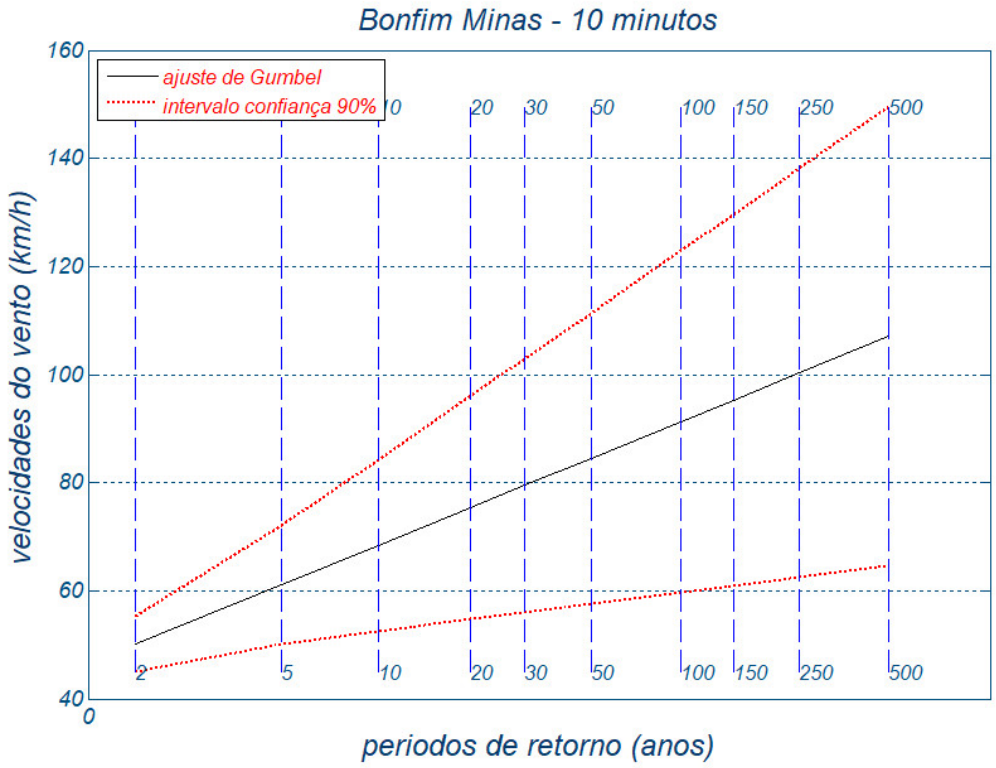

Campininha - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

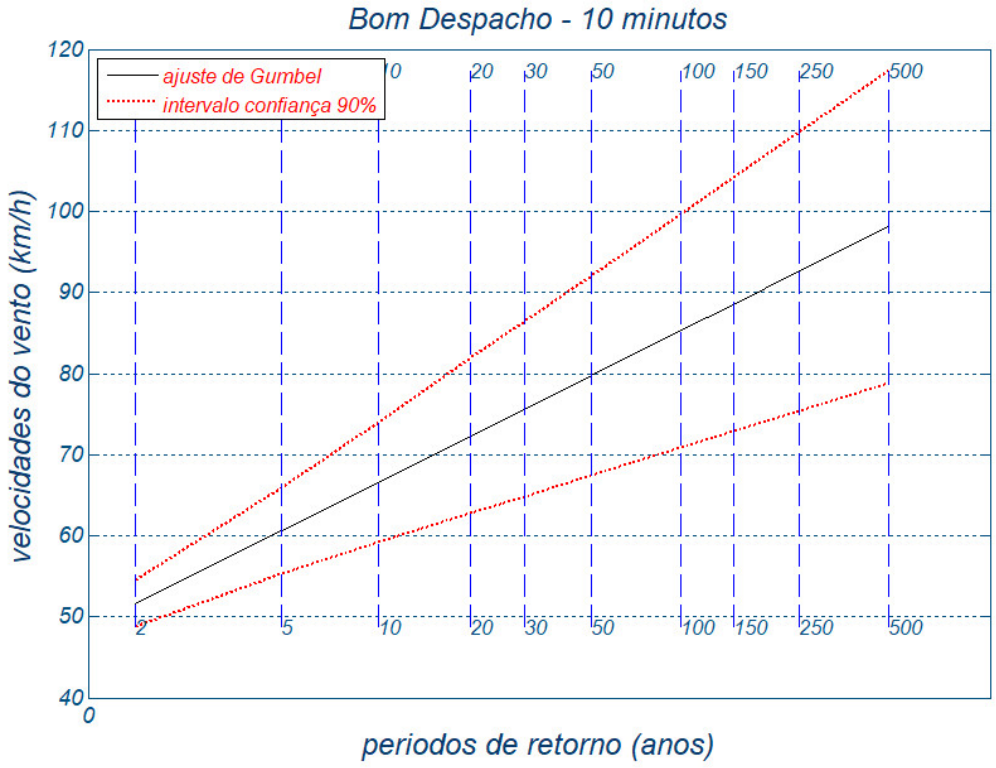

Cajobi - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

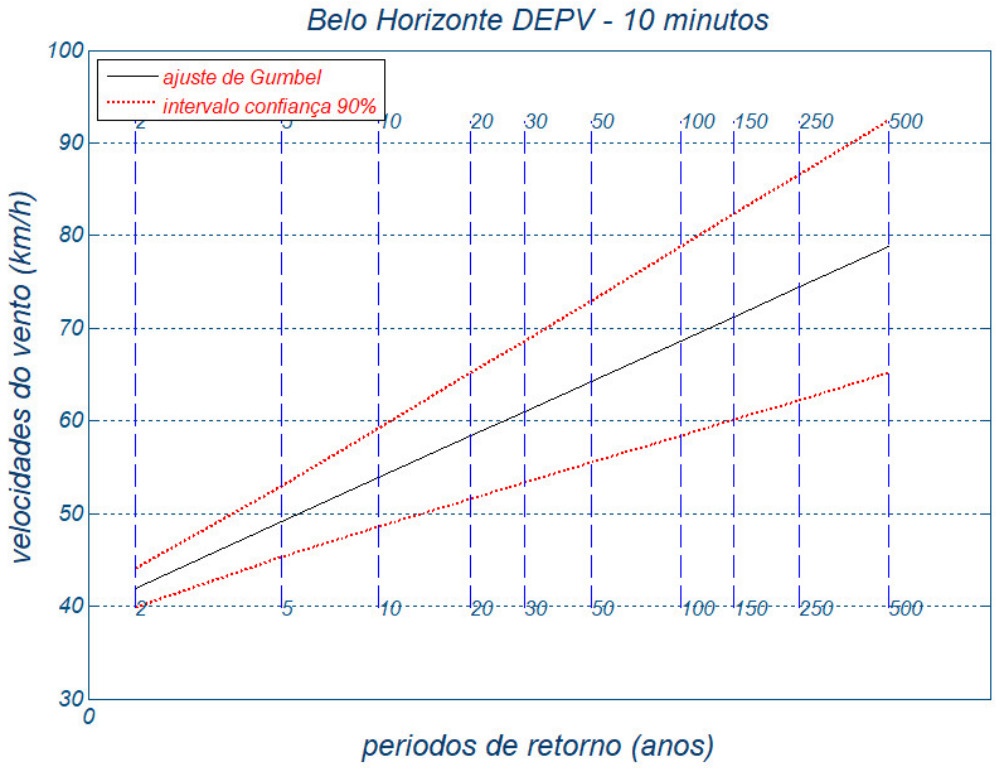

Cacho. Itapemirim - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
180
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

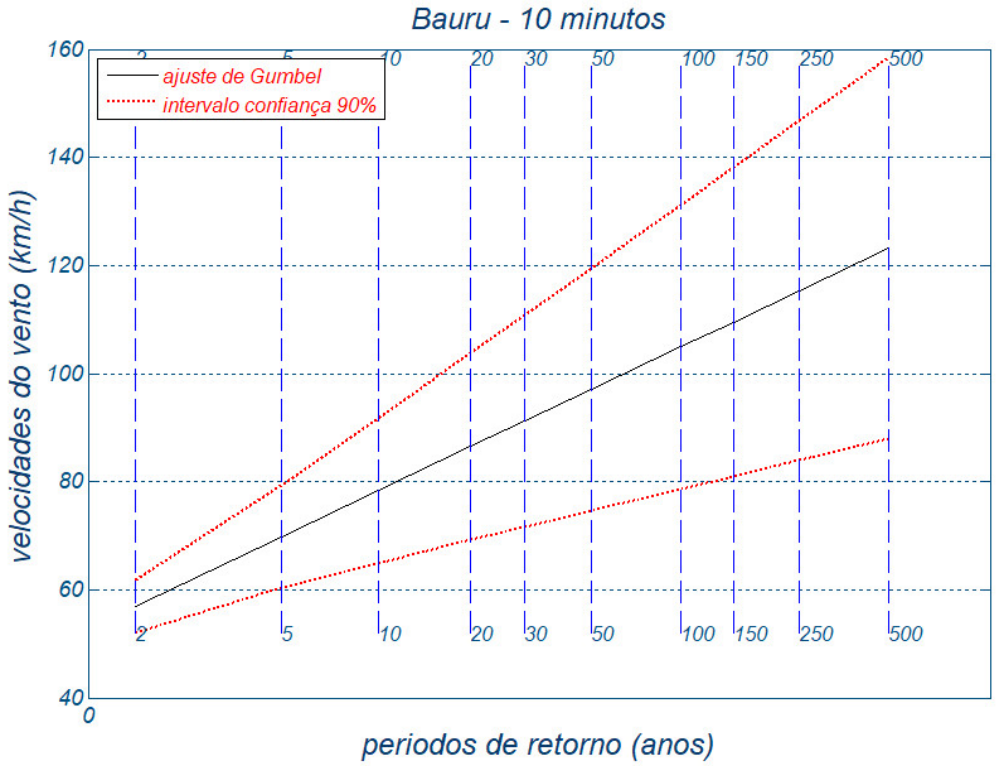

Brasilia DEPV - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

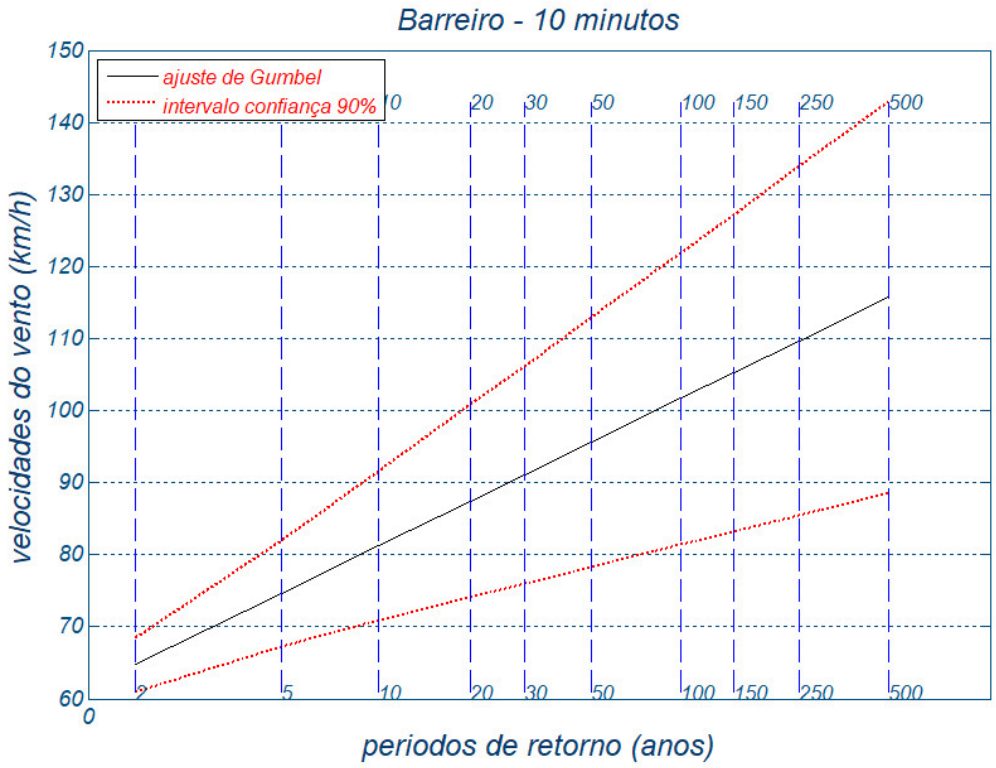

Botucatu - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

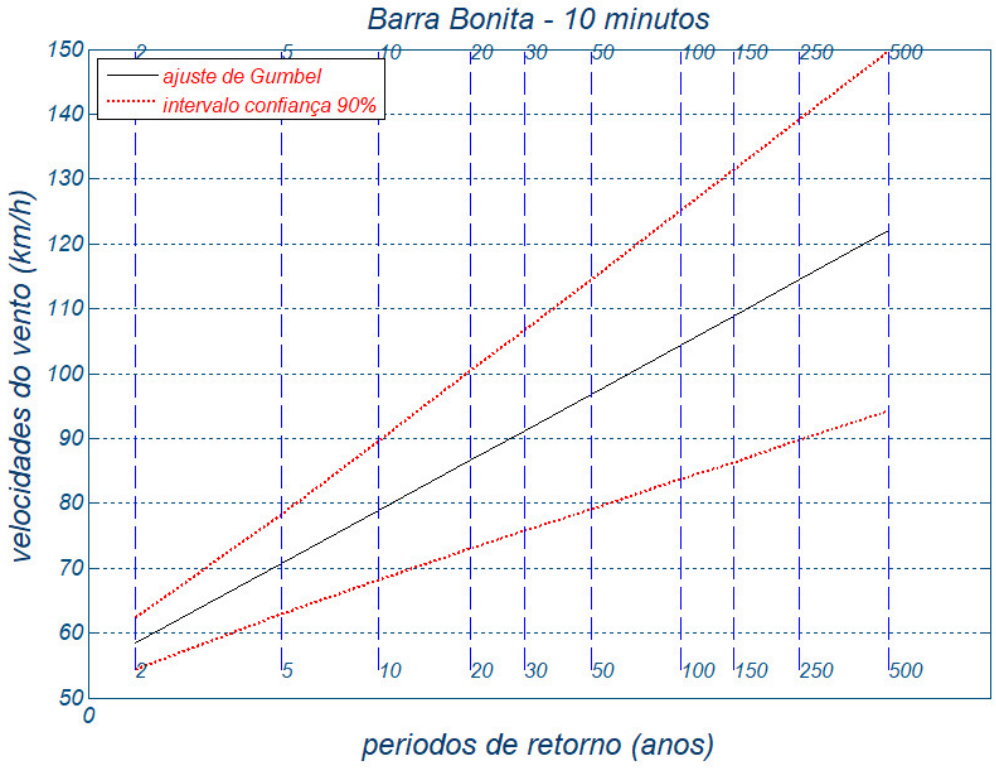

Bonfim Minas - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

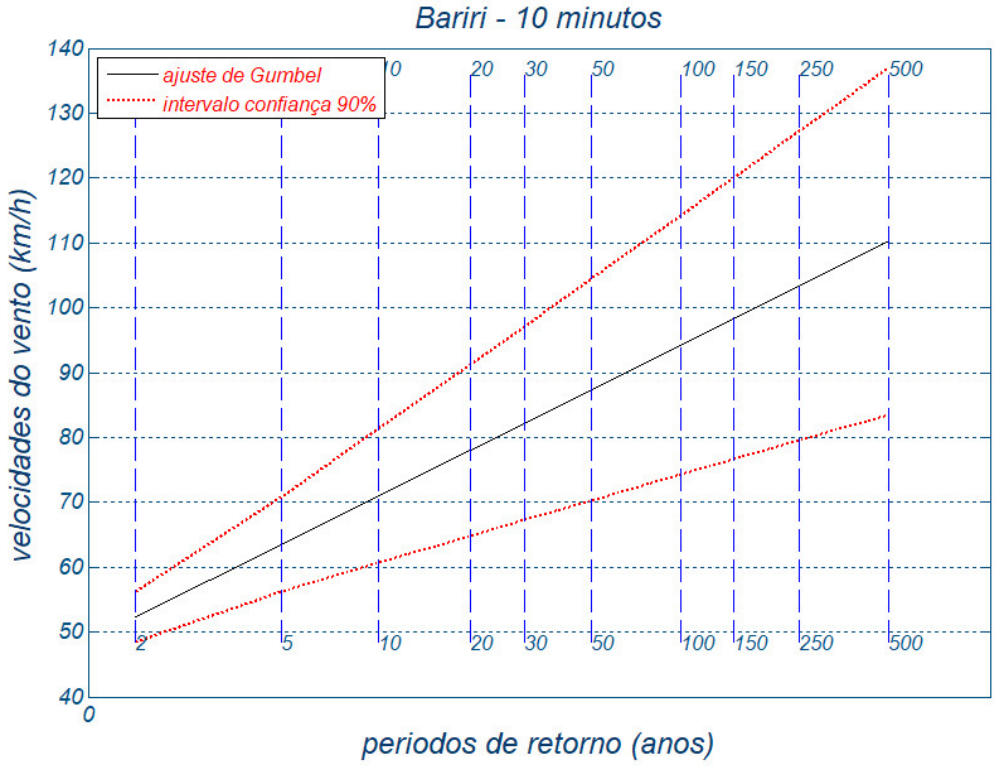

Bom Despacho - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

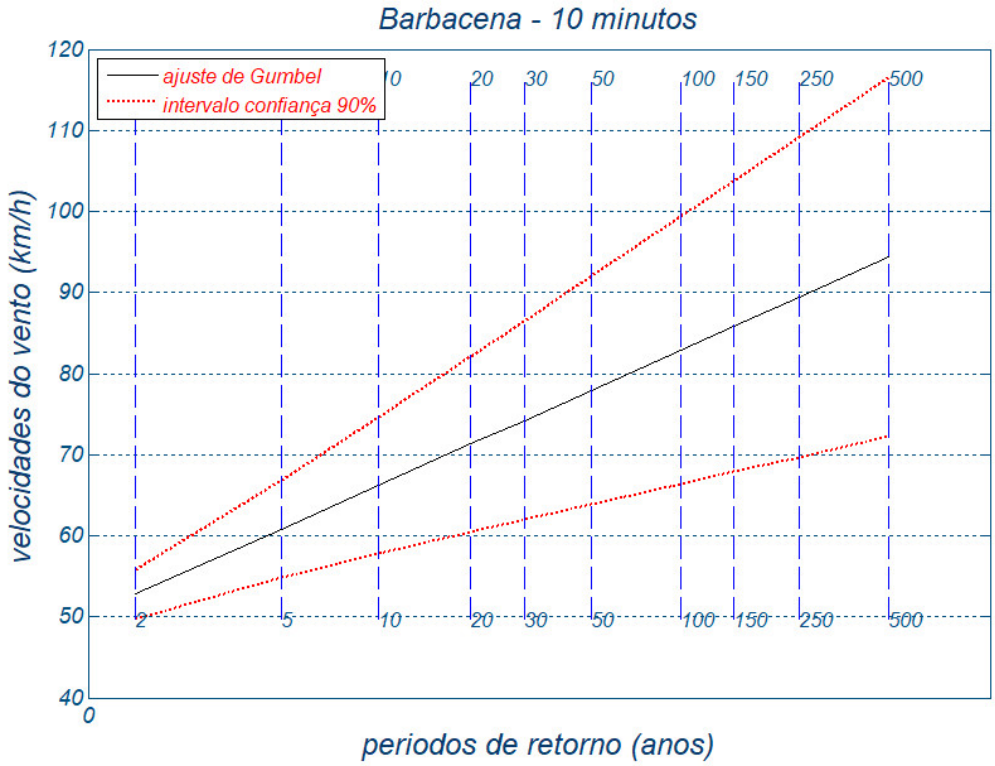

Belo Horizonte DEPV - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
100
90
80
70
60
50
40
30
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

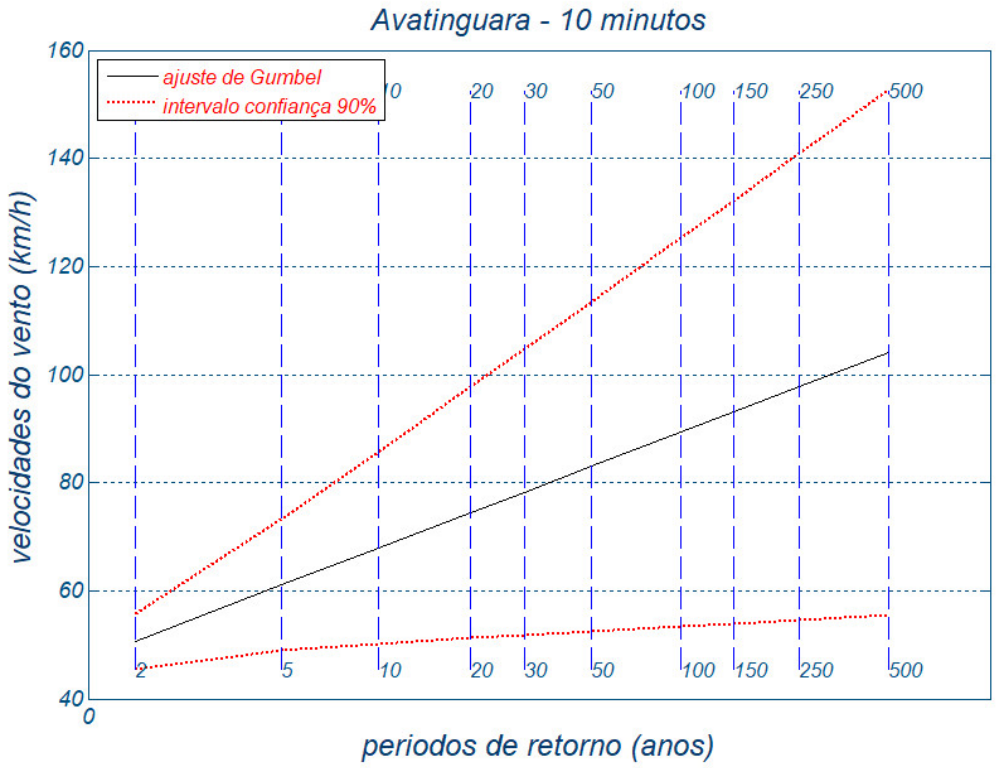

Bauru - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

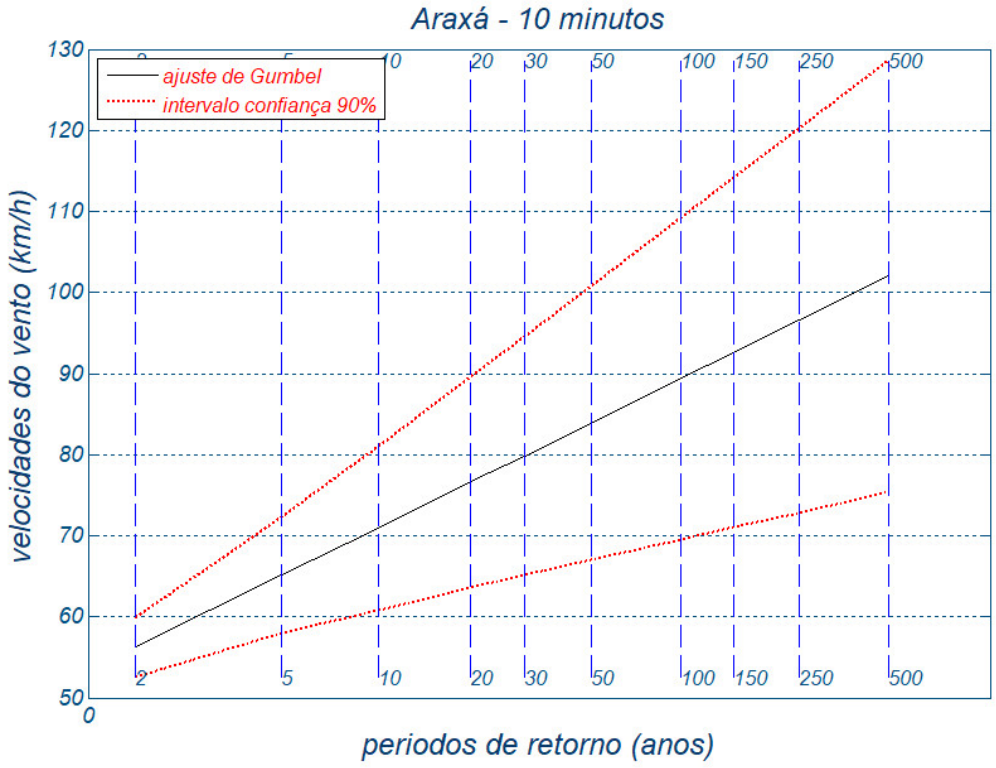

Barreiro - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

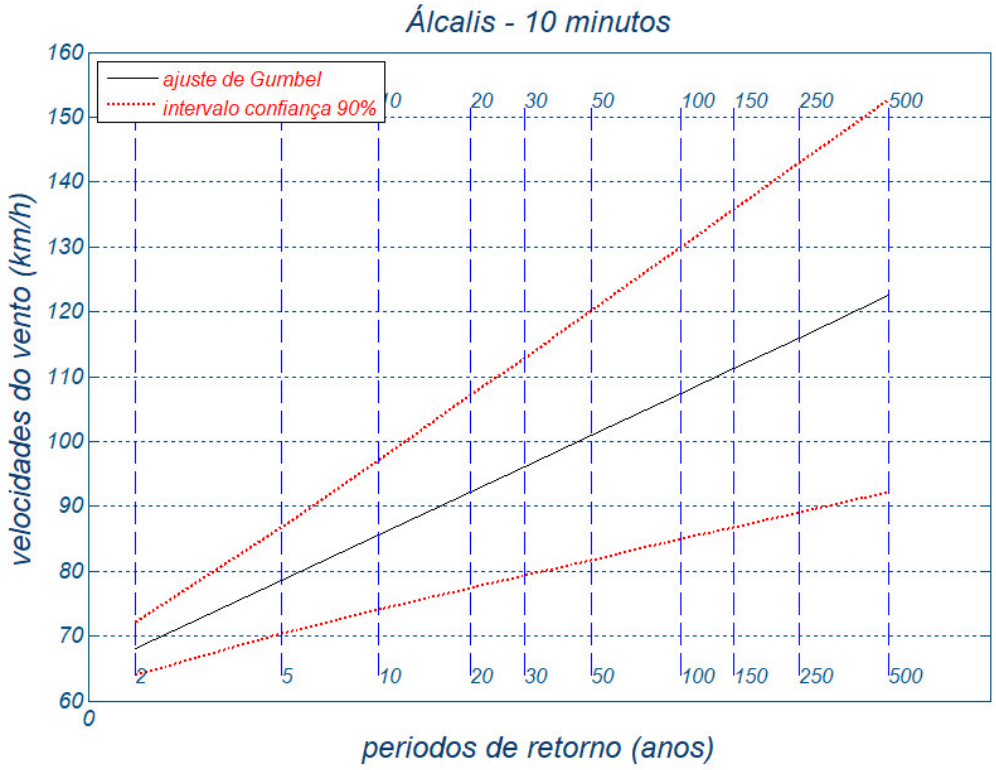

Barra Bonita - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

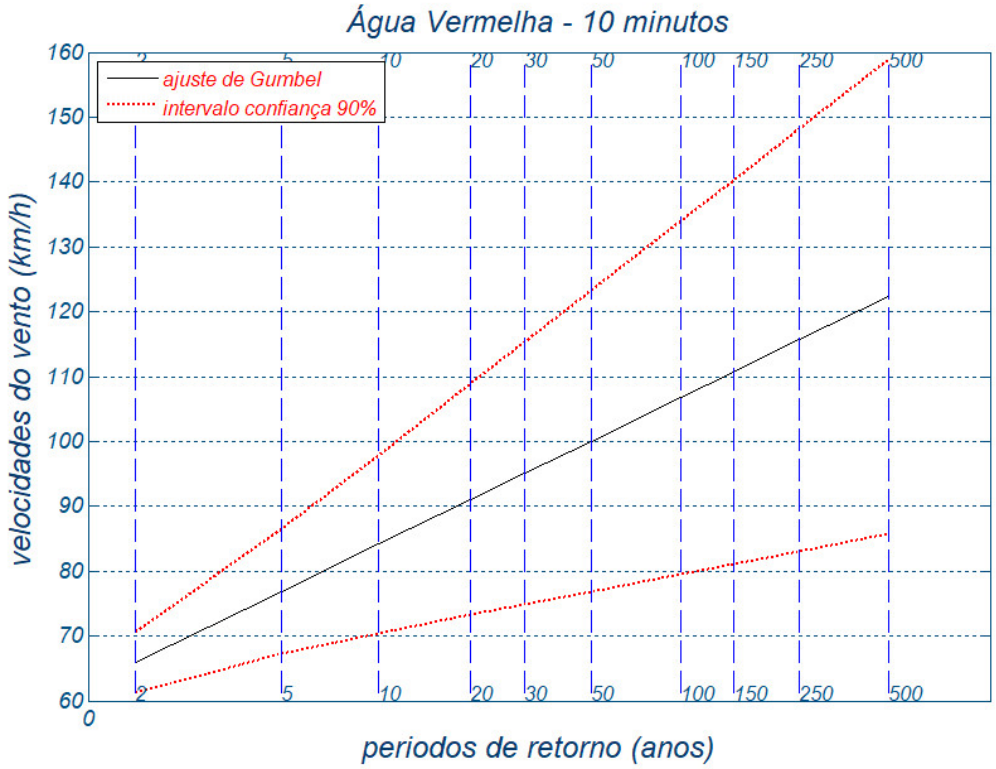

Bariri - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

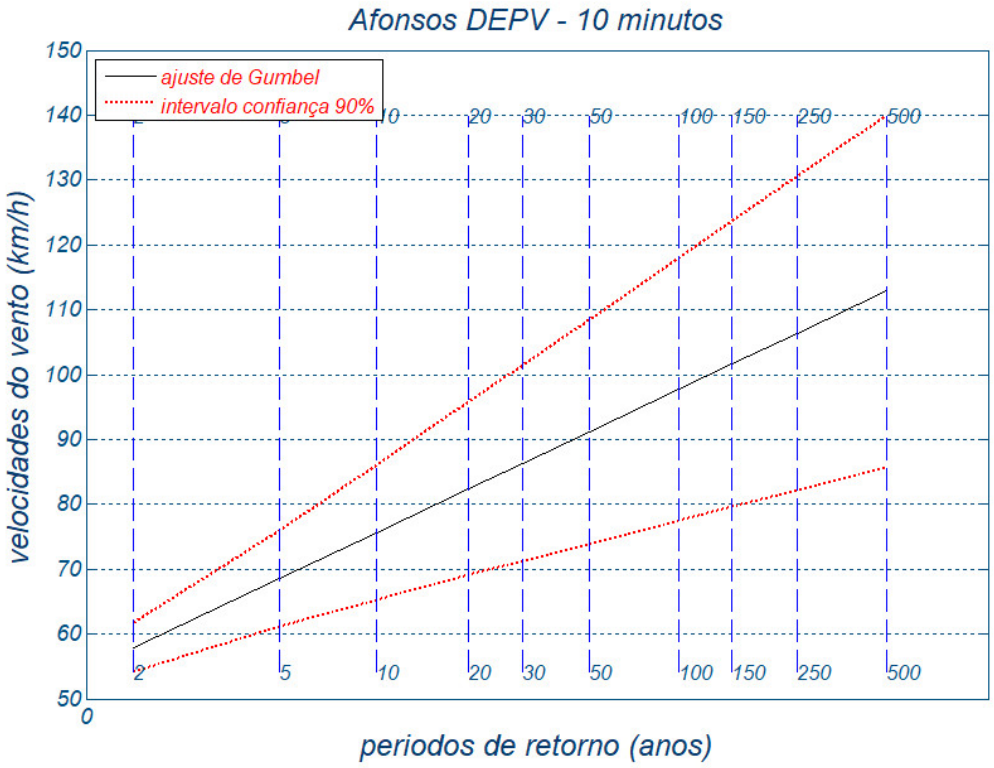

Barbacena - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

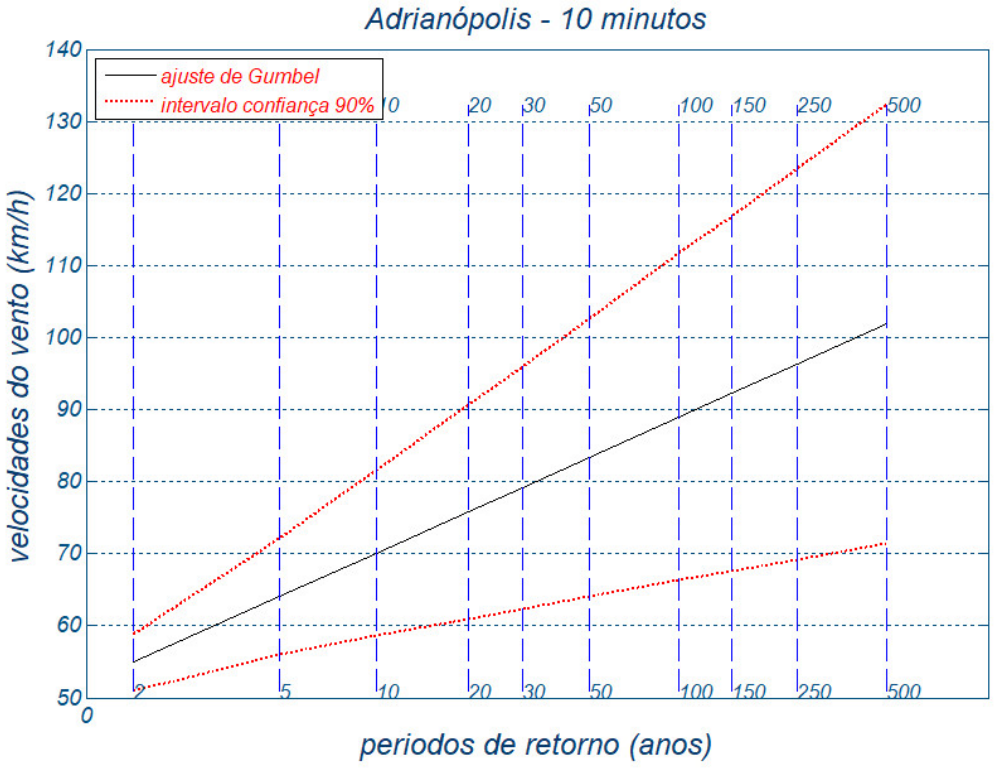

Avatinguara - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
140
120
100
80
60
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

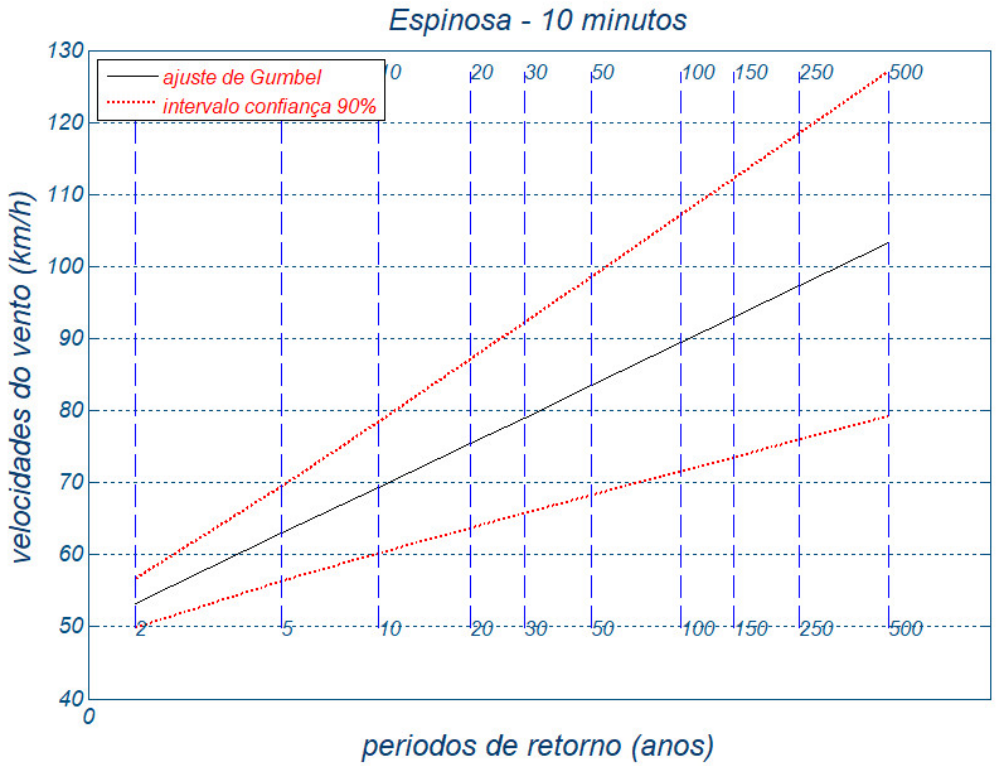

Araxá - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500


Álcalis - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500


Água Vermelha - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

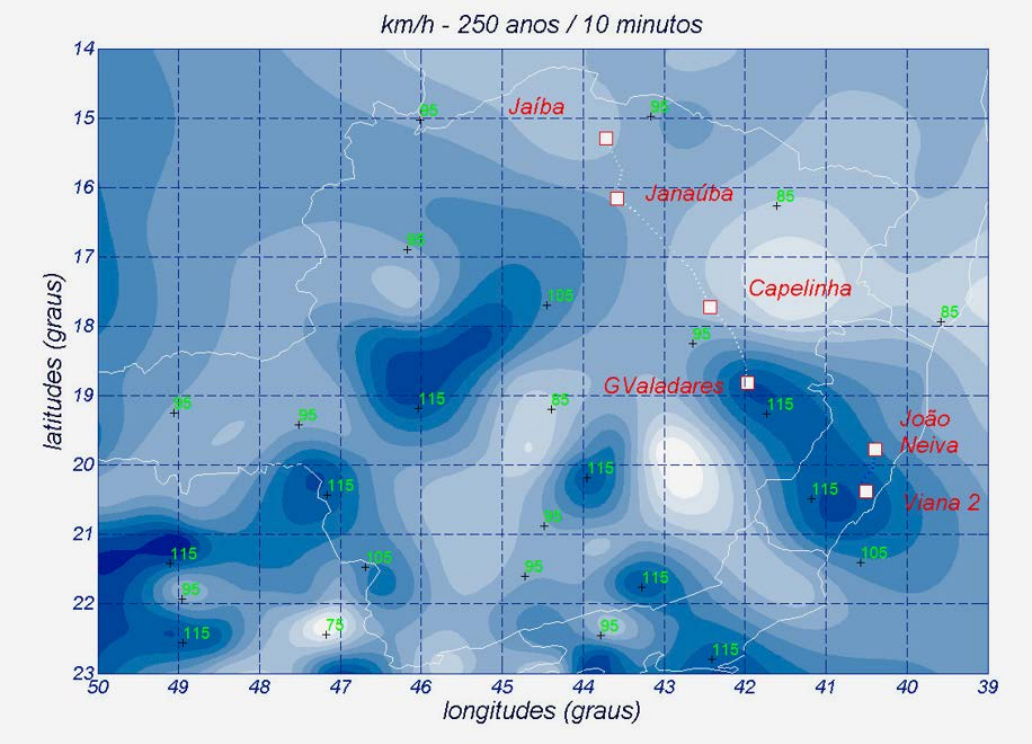

Afonsos DEPV - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

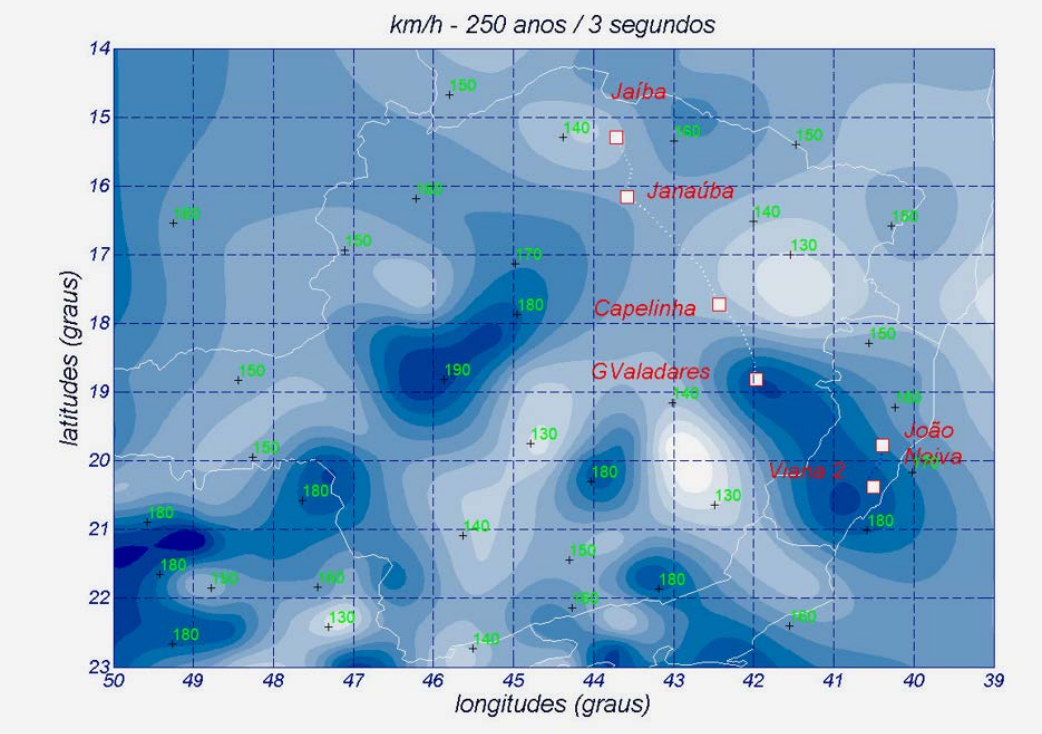

Adrianópolis - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

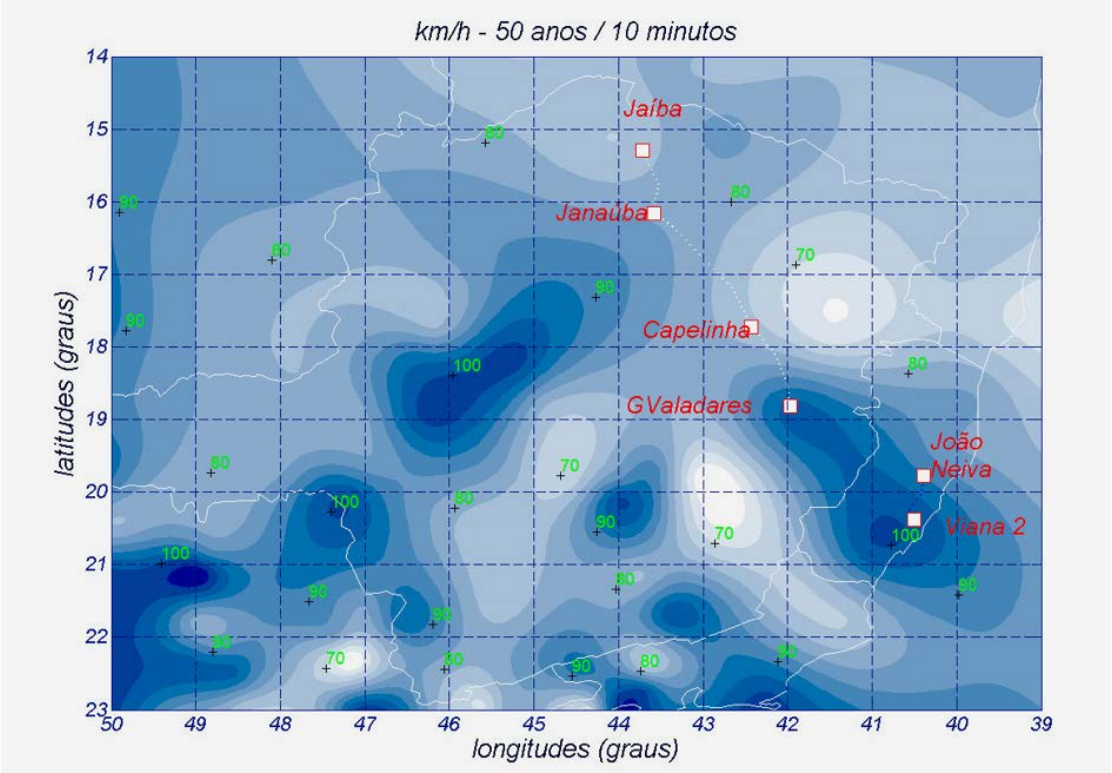

Espinosa - 10 minutos
ajuste de Gumbel
intervalo confiança 90%
velocidades do vento (km/h)
periodos de retorno (anos)
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
0
2
5
10
20
30
50
100
150
250
500

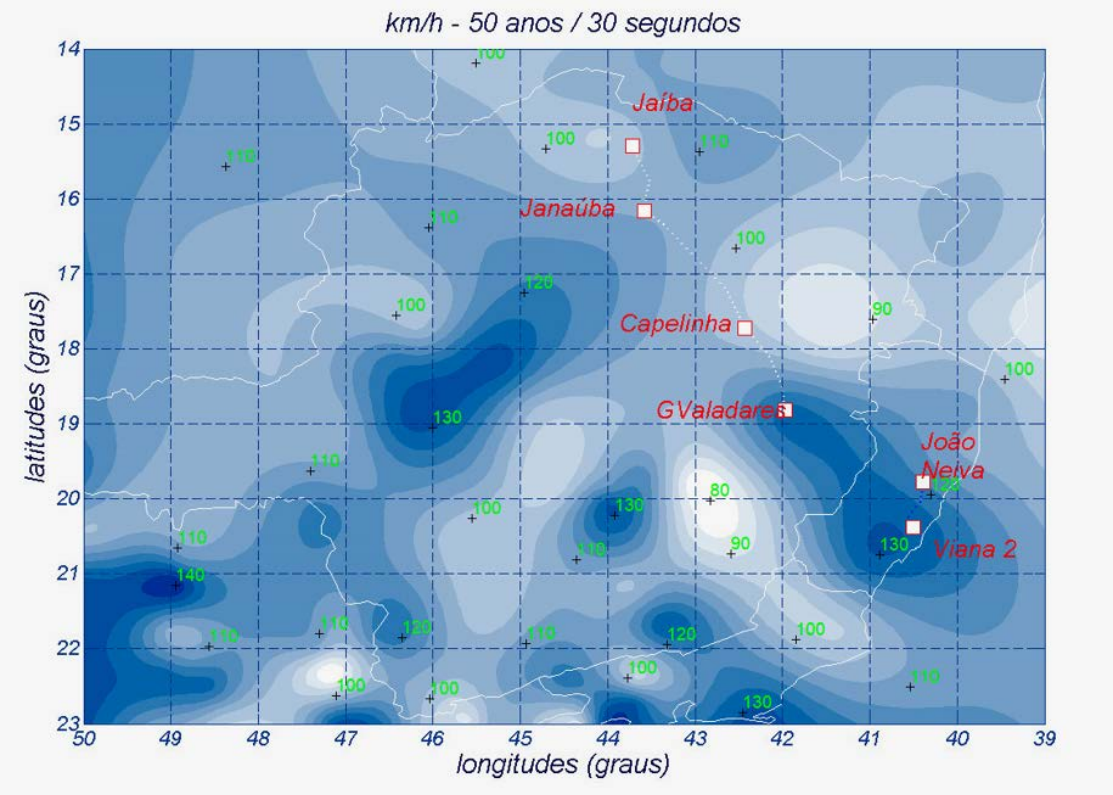
Anexo IV Os mapeamentos de isótacas da região

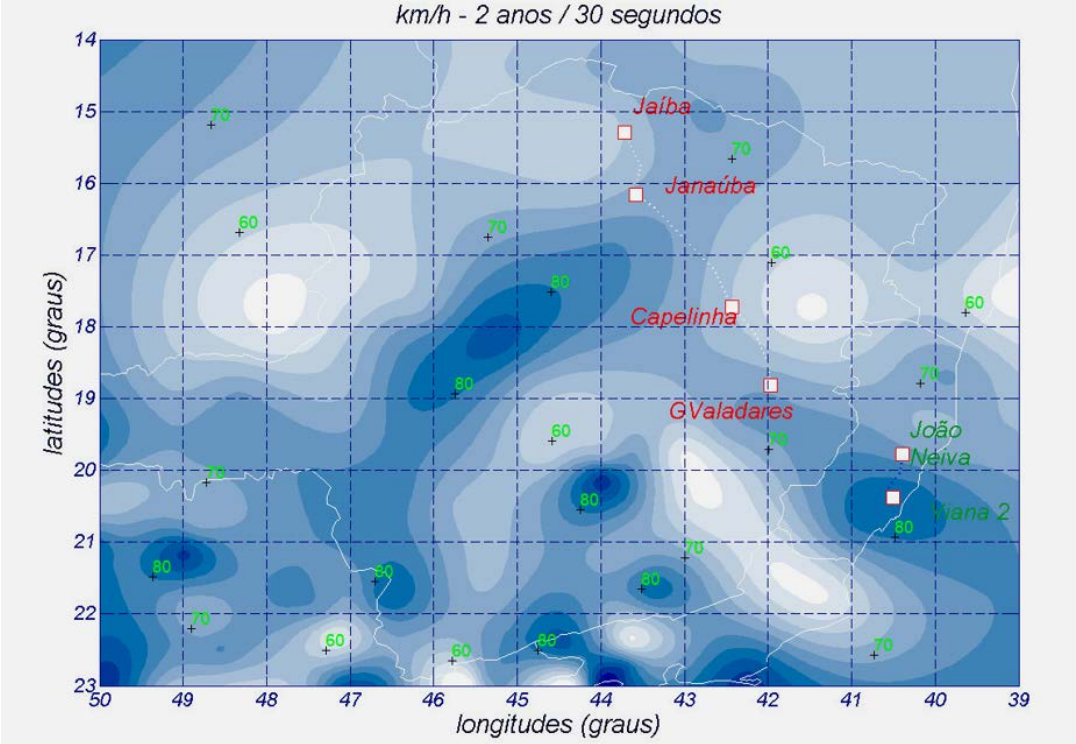
Seguem os mapas de isótacas para a região em estudo, com períodos de retorno e tempos de média, a 10 m de altura, terreno B.

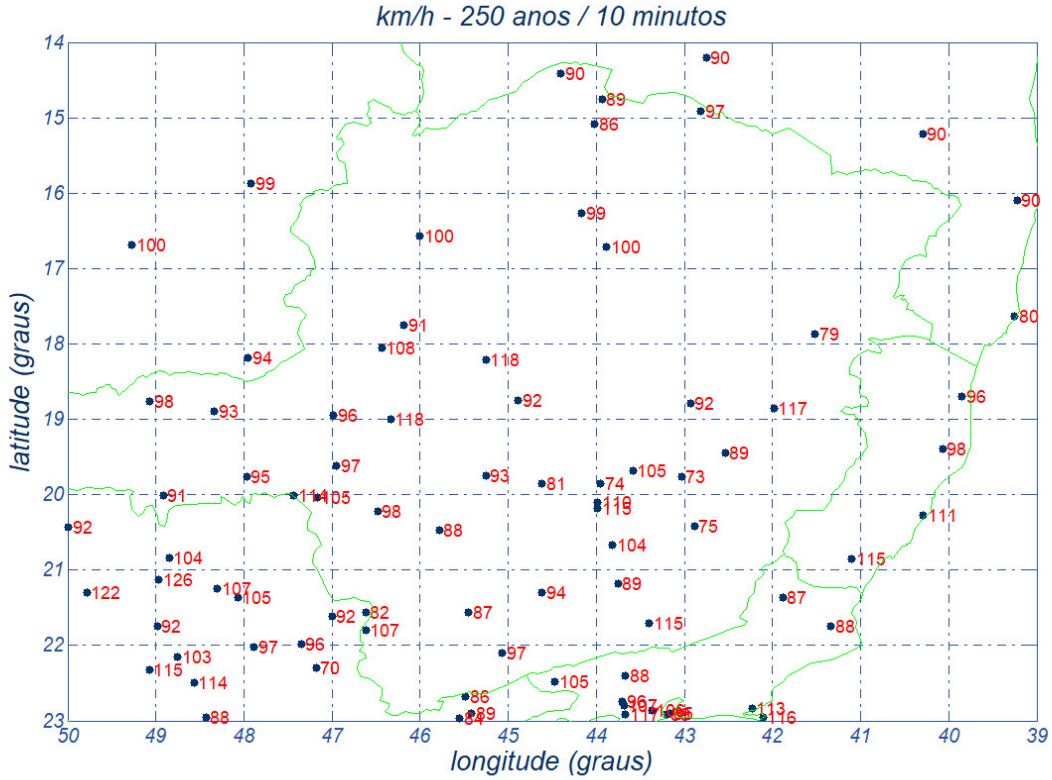


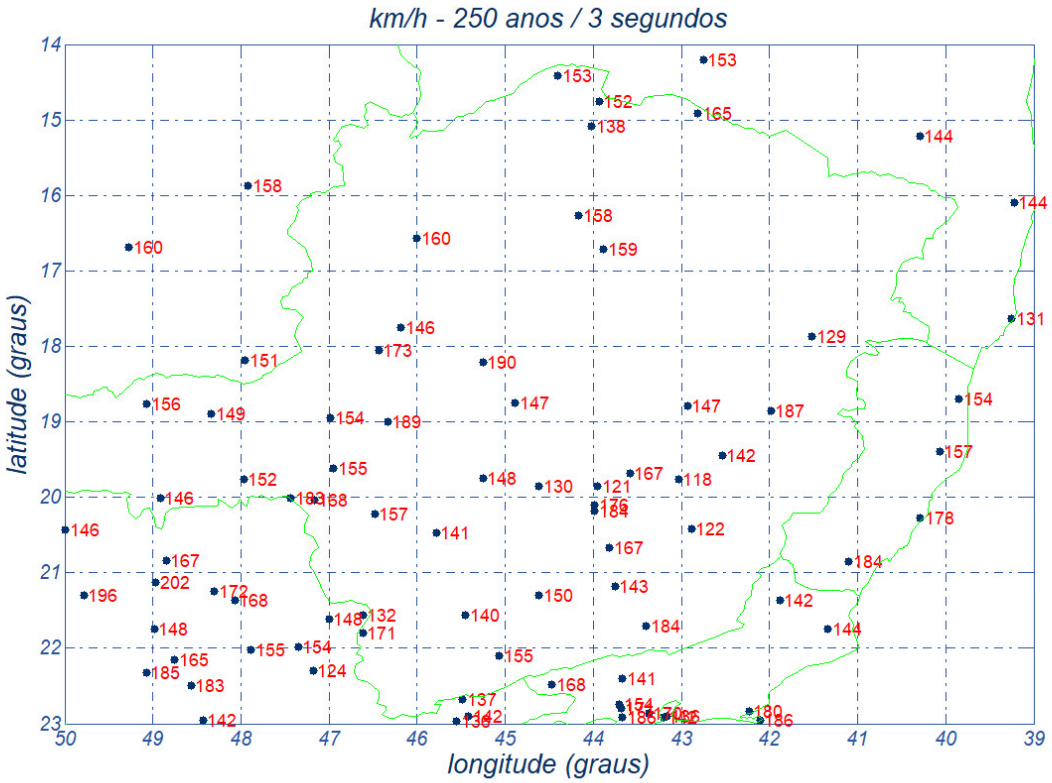


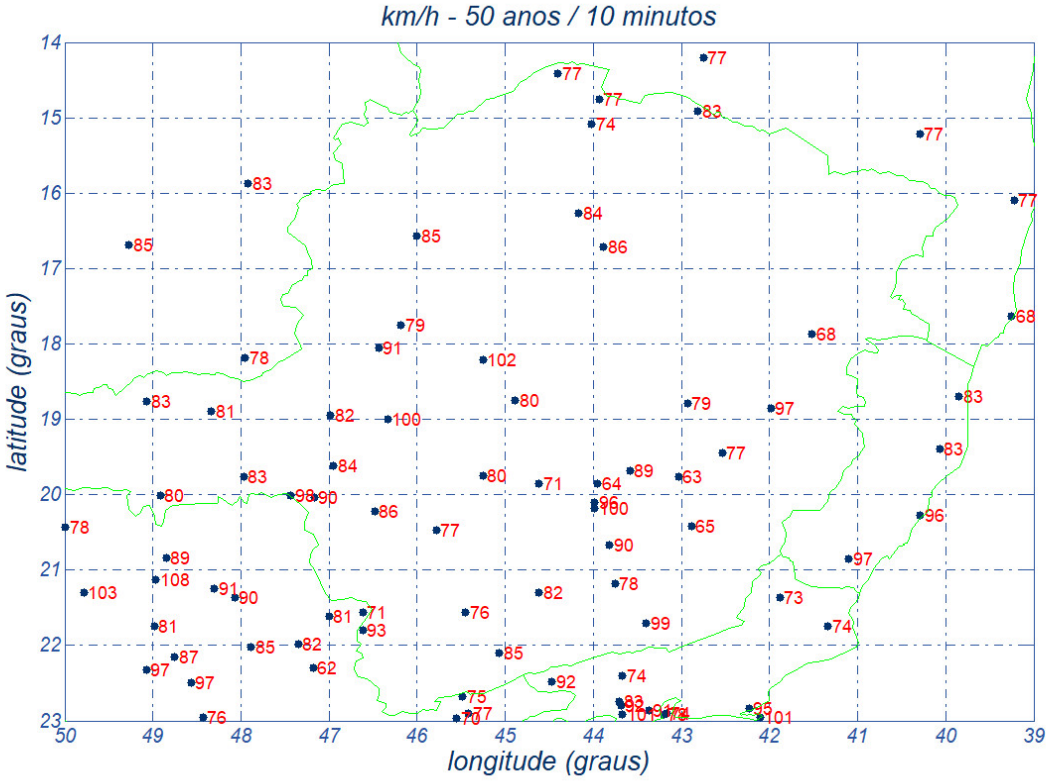

km/h - 50 anos / 10 minutos
Jaíba
Janaúba
Capelinha
GValadares
João Neiva
Viana 2
latitudes (graus)
longitudes (graus)

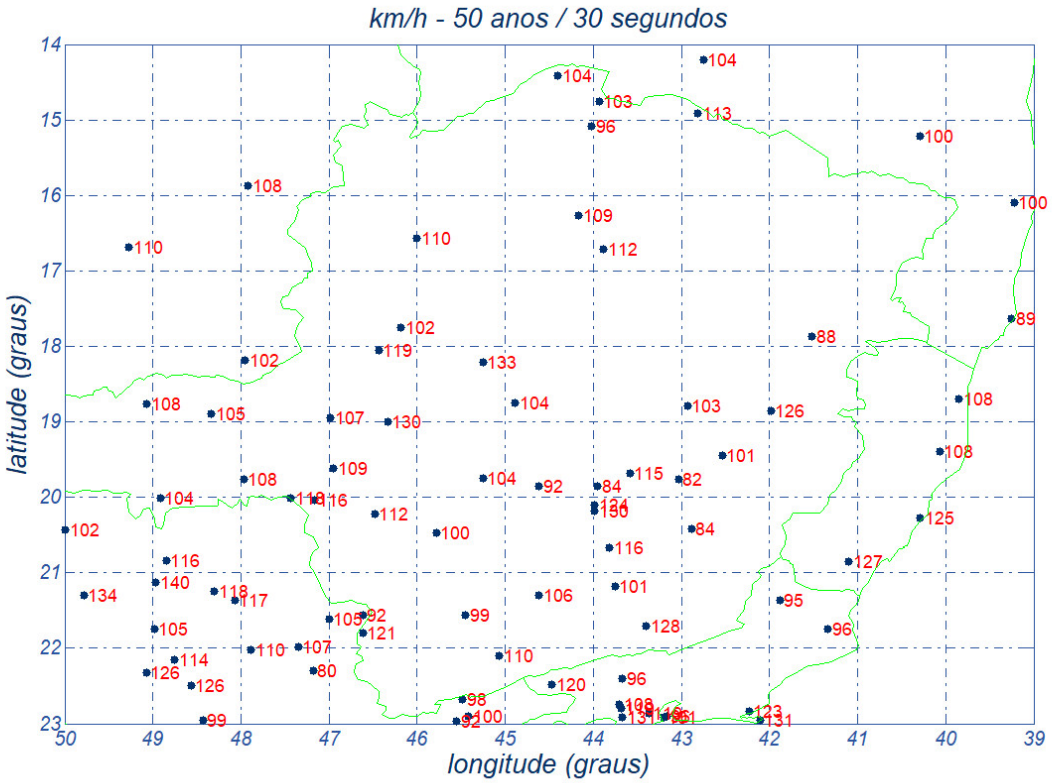

km/h - 50 anos / 30 segundos
Jaíba
Janaúba
Capelinha
GValadares
João Neiva
Viana 2
latitudes (graus)
longitudes (graus)

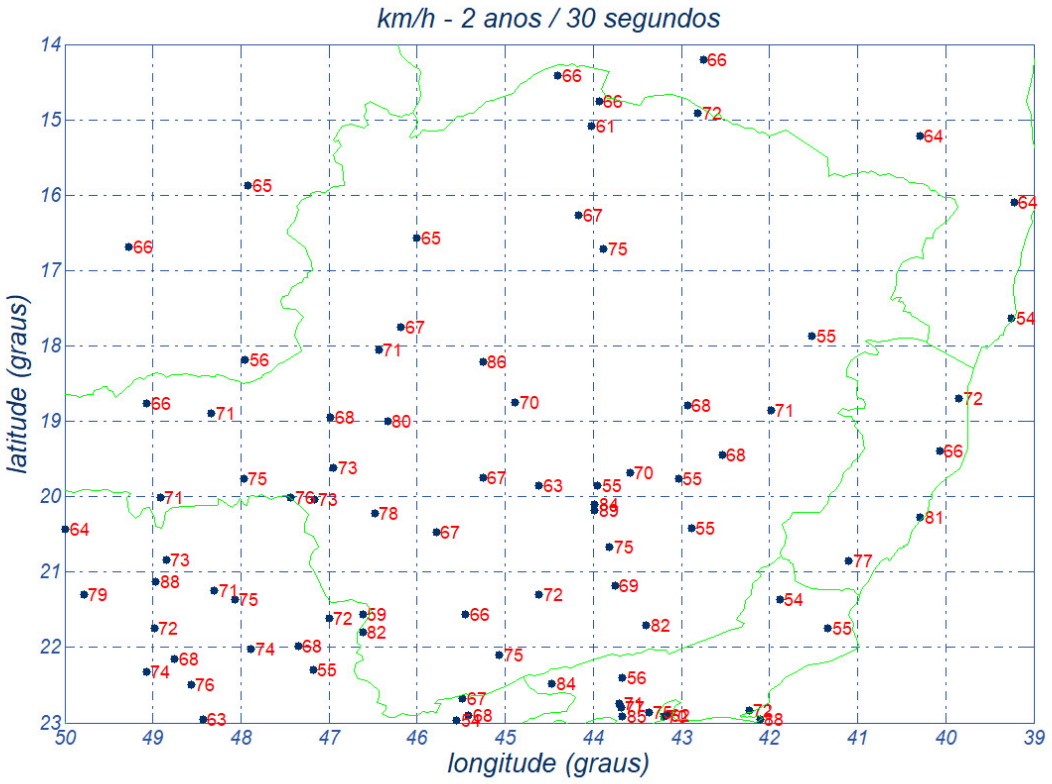

km/h - 2 anos / 30 segundos
Jaíba
Janaúba
Capelinha
GValadares
João Neiva
Viana 2
latitudes (graus)
longitudes (graus)


km/h - 250 anos / 10 minutos
latitude (graus)
longitude (graus)


km/h - 250 anos / 3 segundos
latitude (graus)
longitude (graus)


km/h - 50 anos / 10 minutos
latitude (graus)
longitude (graus)


km/h - 50 anos / 30 segundos
latitude (graus)
longitude (graus)


km/h - 2 anos / 30 segundos
latitude (graus)
longitude (graus)

Anexo V O problema da turbulência dos ventos no Brasil

As preocupações relativas aos esforços resultantes da ação do vento sobre componentes de linhas aéreas de transmissão vêm se avolumando no Brasil, como em outros países. As ocorrências de quedas de estruturas tomam a sua devida importância num sistema de fornecimento de energia elétrica cada vez mais interligado e mais dependente de uma uniformidade de parâmetros de projeto capazes de estabelecer uma base uniforme e comparativa.

Pelas suas características aleatórias, a ação do vento em LTs aéreas é sempre polêmica e sujeita a enfoques nacionais que possam introduzir alternativas sobre fenômenos típicos de cada região. Isto implica um esforço de procura de medições e modelagens próprias por parte da engenharia nacional, tal como vem se verificando no Brasil. De uma forma geral, a norma brasileira que rege o assunto em muito se serve da experiência continental adquirida ao longo de décadas e também do acervo publicado em normas internacionais (IEC 60826 e EN 50341, por exemplo).

Essa simbiose produz naturalmente alguns elementos que podem gerar certa dualidade conceitual no que trata do conhecimento estatístico que embasa o estudo, no seu todo, e nas aplicações dos seus resultados. Em poucas palavras, as análises de velocidades de vento de elevada intensidade no Brasil vêm sistematicamente revelando uma falta de aderência entre os valores locais e os divulgados como básicos para adoção internacional.

Com base nos elementos já colocados, o CEPEL e a BATÁVIA apresentaram um artigo técnico no XVII SNPTEE (Uberlândia) [6], no sentido de alertar que as velocidades de vento de elevada intensidade, e características próprias do território brasileiro, implicam uma necessidade de repensar (ou mesmo majorar) os resultados preconizados pela IEC, quando se segue sem alterações, os atuais cálculos de cargas mecânicas devidas ao vento. Posteriormente, o mesmo assunto foi aprofundado e apresentado na bienal do CIGRÉ - Paris de 2006. É bastante realístico admitir que dados locais analisados segundo a ótica de qualquer procedimento estatístico, não raro, conduzem a valores numéricos ou a decisões práticas que diferem do que é publicado para uso generalizado, nos casos em que não se dispõe de coleta específica de dados. Esse polêmico e estimulante assunto pode ser avaliado nos seus detalhes em [7].

De forma resumida, os estudos supracitados concluíram pela necessidade de majorar as velocidades médias de 10 minutos em 8% (região sul), 12% (regiões centro-oeste e sudeste) e 16% (regiões norte e nordeste), para fazer face à

maior turbulência constatada nas velocidades de vento registradas no Brasil. Com a aludida correção, a metodologia da Norma IEC 60826 pode ser usada com maior segurança. Esse estudo já incorpora tal modificação paramétrica.

Anexo VI Regionalização dos CVs das séries históricas

Critérios de regionalização dos coeficientes de variação

A regionalização dos coeficientes de variação das séries de máximos anuais de velocidades de vento tem sido recomendada e utilizada como forma de compensar o fato de que as séries de valores disponíveis em cada estação têm variações entre limites afastados (4-5 anos até 20-25 anos) e têm, em consequência, precisão diferenciada. Os procedimentos de regionalização são, no entanto, muito variados e subjetivos, dependendo dos critérios mais afeitos ou preferidos, por parte de quem realiza essas determinações. Médias lineares, ou ponderadas pelos tempos de coleta, médias móveis, extremos de distribuições são algumas das possibilidades, aqui citadas para exemplificar.

AVI.1 Para as séries de 10 minutos

Para fins de regionalização dos valores dos coeficientes de variação das séries de velocidades máximas anuais, referidas ao tempo de média de 10 minutos, hajam vista as inúmeras tentativas isoladas feitas aqui no Brasil, levam às seguintes conclusões que se encontram ora em prática:

1 *O valor mínimo genérico será de 13% (CV = 13%), válido para qualquer estação coletora.*

2 *As estações que eventualmente apresentem valores superiores a 13% e inferiores a 16%, no estágio de medição em que se encontram, quanto aos períodos de coleta, serão consideradas como típicas de 16% (CV=16%). Este mesmo valor será adotado nas estações do DEPV, face às conhecidas incertezas tanto no que se refere aos valores médios das séries como quanto aos respectivos desvios-padrão.*

3 *As estações que eventualmente apresentem valores superiores a 16%, no estágio de medição em que se encontram, quanto aos*

períodos de coleta, serão consideradas como típicas de 19% (CV = 19%).

AVI.2 Para as séries de 3 segundos

Quanto aos valores da regionalização paramétrica das séries de 3 s, as seguintes ponderações são aplicáveis:

a) Para se proceder a uma regionalização paramétrica das séries de 3 s, pode-se fazer uso dos conceitos de uma análise exploratória de dados envolvendo as duas séries em questão: as de 10 minutos e as de 3 segundos, esta última também dita de valores instantâneos.

Assim é que há uma relação média entre os valores médios de 3 segundos e os de 10 minutos, ~1,70 para as regiões NORTE e NORDESTE, e ~1,60 para as regiões SUDESTE, CENTRO-OESTE e SUL, valores esses obtidos por média ponderada pelos anos de coleta.

AVI.3 Para as séries de 30 segundos

Além disso, verifica-se para as regiões NORTE e NORDESTE que o coeficiente de variação médio ponderado das séries de 3 s é ligeiramente inferior ao médio atualmente praticado no Brasil (12% contra 16%). Nas demais regiões, constata-se que o CV médio ponderado para 3 s é muito próximo ao que se pratica com as séries de 10 minutos (16,5% contra 16,0%). Portanto, os coeficientes de variação das séries de 3 s serão mantidos os mesmos ora praticados no Brasil, para 10 minutos, como medida conservadora.

c) Para as séries de 30 segundos, os fatores de rajada são os obtidos por interpolação entre os valores de 3 s e de 10 minutos, ou seja, 1,35 para as regiões NORTE e NORDESTE e 1,30 para as regiões SUDESTE, CENTRO-OESTE e SUL, respectivamente.

As regiões NORTE e NORDESTE devem ser entendidas como a parte do território brasileiro situada até o paralelo 15º sul; as regiões SUDESTE e CENTRO-OESTE se estendem de mais de 15º sul até 23º sul (próximo ao trópico do Capricórnio) e a região SUL segue daí até o limite extremo do Rio Grande do Sul.

Anexo VII Mitigação da Ação dos Ventos sobre LTs Aéreas

AVII.1 O desempenho esperado das LTs aéreas

De uma forma geral e até intuitiva, os projetistas de LTs e a sociedade esperam que as LTs cumpram permanente e indefinidamente o seu relevante papel de transportar a energia elétrica gerada em distantes sítios até os grandes ou pequenos centros de consumo. Essa qualificação na qualidade de suprimento eletro-energético está intimamente ligada a exigências mais atuais que estabelecem patamares econômicos (suprimento por expandidos períodos de tempo - décadas), e ainda patamares de conforto e de segurança (serviço contínuo). Conforto e segurança são sempre sinônimos de: lazer, produtividade, PIB, iluminação, alegria, atividades culturais, prazer, e os demais.

Deixando os patamares econômicos por conta dos variados cotejamentos e das decisões mercantilistas e mercadológicas - sem dúvida necessárias - as exigências de conforto/segurança vêm se avolumando, particularmente aquelas relacionadas à segurança (seja pessoal, seja de bens materiais). As causas correriam por conta dos sociólogos e das autoridades, fugindo, portanto, do objetivo aqui traçado. Já as consequências urgem que os projetos das LTs sejam os melhores possíveis. "Otimizados" é o jargão do cotidiano no segmento cognitivo referente a projetos de LTs aéreas. Portanto, assumindo a evidente importância estratégica das LTs na sociedade, há ainda um reclamo, que até pode ser avaliado como sendo secundário - a inserção da LT no seu meio ambiente deve ser feita com harmonia e sensibilidade. Traduzindo em miúdos - as LTs devem ser também "atraentes ao olhar - bonitas". Sem dúvida, sempre que possível e ambientalmente correto, correndo o assunto por conta dos paisagistas e dos estetas. Ao final das contas, a beleza está nos olhos de quem contempla.

AVII.2 E quando um revés inesperado acontecer?

No caso em pauta, o inesperado pode ser representado por desligamentos intempestivos e por colapsos estruturais altamente indesejáveis das LTs. Tais eventos ocorrem com relativamente alta frequência, espalhados pelos 8.500.000 km^2 do território brasileiro... e em todos os outros países, igualmente, desigualmente. Qualquer que seja o evento de falha, destaca-se o do colapso estrutural, ou queda de torre, quando os custos de reposição dos elementos perdidos, da mão de obra necessária para reparar os danos, lucro cessante da empresa responsável... tudo isso sem mencionar os desproporcionais óbices ao conforto e ao mínimo pelo que o consumidor pode clamar, e ainda a perda da credibilidade na qualidade de suprimento. Ações

enérgicas se impõem, sempre! Nesse aspecto, é notável o esforço desenvolvido com o objetivo de melhor conhecer o fenômeno - ou fenômenos, de tal sorte a se poder classificá-los e modelá-los - sistemas frontais, tempestades, esses se prestando a abordagens estatísticas, e outros - todos os outros - que, na ausência de medições sistemáticas, requerem enfoques determinísticos.

Mesmo nessa sujeição aos reveses da ação destrutiva do vento, pode-se afirmar que, ainda assim, o Brasil se encontra em situação privilegiada, pois, considerados os 4 elementos - água, terra, fogo e ar - somente este último constitui-se em ameaça a ser modelada pela engenharia de sistemas elétricos aéreos. Terremotos, vulcões e "tsunamis" podem ser descartados, e os incêndios geralmente são criminosos (queima em canaviais, por exemplo) e, portanto, não serão, aqui, objeto de considerações.

Tem-se boas notícias de que os casos de quedas estruturais já são foco de investigações do nexo causal, de modo a estabelecer os parâmetros corretos para o projeto da torre substituta. Há também indícios de que uma uniformização nos protocolos de reparo venha a ser materializada, de modo a formar um banco de dados homogêneo e propiciar ações mais simples e pré-concebidas. Todos esses esforços são dignos de mérito e de menção especial. Quanto à matéria, vale ainda sugerir que torres de reposição, que certamente já terão um reforço estrutural projetado, sejam equipadas com um sistema de monitoração tal como: anemômetro sônico, painel solar, bateria e os acessórios para gravação e transmissão dos dados. Os locais onde ocorrem danos desse tipo são, necessariamente, potenciais sítios de ventos elevados e as coletas decorrentes enriqueceriam o banco de dados nacional, além de promoverem um permanente mapeamento atualizado das ocorrências danosas. Evidentemente, a sugestão pode ser aprimorada ou simplificada segundo regramentos técnico-econômicos.

E ainda, uma palavra sobre "tornados". Esse tipo de manifestação vem sendo cogitado cada vez mais frequentemente, na medida em que a realidade brasileira os inclui, mas nem tanto como na Flórida, para citar um exemplo muito bem conhecido. De toda e qualquer forma, eles podem ser ou ter sido causadores de variados acidentes em LTs, nos quais os danos certamente foram relevantes e preocupantes. Os tornados são objeto direto da classificação que o professor Dr. Fugita (Escala Fugita, Universidade de Chicago) produziu e que se baseia no estrago que causam e não pelas suas dimensões físicas. Das cinco categorias (de F1 a F5) que o professor estabelece, logo a primeira pode ser evocada como simples exemplo:

> *Tornado F1: Velocidades de vento entre 117 e 180 km/h. Até mesmo estes tornados podem levantar telhas e mover carros em movimento para fora da estrada. Trailers podem ser tombados e barracos podem desmoronar.*

Portanto, somente considerando "velocidades" dos mais fracos dos tornados, tais manifestações eólicas são capazes de se confrontar com os atuais parâmetros de qualquer projeto de LT. Como são turbilhonares e com altíssimos índices de turbulência, ensaios mecânicos estáticos não serão capazes de certificar estruturas a eles submetidos.

AVII.3 As formas de aprimoramento contínuo

O estudo aprofundado das células convectivas propriamente ditas já foi mencionado como item prevalente nessas ações de otimização de desempenho mecânico. Todavia, é necessário que se deem outros passos. Por exemplo: ao final das contas, não é a velocidade de um vento qualquer que causa danos variados. Mais precisamente analisando, são as forças resultantes da ação do vento sobre obstáculos que causam os eventos nocivos de quedas. Fato é que não há novidade nenhuma nessa assertiva - sabe-se bem - mas o polo aqui é o de enfatizar com clareza a importância do governante papel que as Normas Técnicas desempenham na preservação da integridade física dos suportes e demais componentes dos sistemas aéreos. Servem, portanto, de interface decisiva entre as velocidades do vento e as forças de deformação nos componentes aéreos.

Dentre três conhecidas Normas Internacionais, IEC 60826, EN 50341 e ASCE - Manual 74, há diferenças perceptíveis nas suas abordagens - ou modelos analíticos - e nos seus resultados. As duas primeiras baseiam-se em leituras ao longo de 10 minutos e adotam "fatores de rajadas" (> 1.0 pu), enquanto que a ASCE se fundamenta em leituras de 3 segundos, adotando "fatores de resposta a rajadas" (<1.0 pu).
Tradicionalmente, a normalização brasileira vem se orientando muito mais nas Normas IEC do que em qualquer outra direção. No entanto, pode ser produtivo que as demais vertentes normativas não sejam descartadas, de forma a permitir uma análise de sensibilidade nas respostas dessas Normas (e de outras julgadas como promissoras) nas determinações das pressões (ou forças) exercidas pelo vento sobre os componentes de uma LT. Essa sugerida abertura de escopo pode permitir, tempestivamente, que a revisão da NBR-5422, ora em

curso, se paute nas mais modernas e adequadas soluções visando a otimização do binômio "meio-ambiente x LTs aéreas" do ponto de vista técnico-econômico.

AVII.4 A distribuição de GUMBEL como alternativa isolada

Quando do projeto pioneiro de Itaipu, o MRI (Metheorological Research Inc.) introduziu os elementos básicos para a estatística de máximos anuais da distribuição de Gumbel. A abordagem conquistou o segmento pelos seus variados méritos e tornou-se uma unanimidade nacional para fazer inferências estatísticas quanto às velocidades do vento para fins de projeto de LTs. Vale lembrar, no entanto, que a estatística de séries de máximos anuais teve a sua gênese para avaliações de cheias prospectivas, quando a quantidade de elementos (5 - 10 décadas) permite inferências mais plausíveis, particularmente quando o período de retorno se afasta muito do período de coleta.

Fácil de se explicar o fato, já que a facilidade de se medir a vazão de um rio (régua na margem) é incomparavelmente mais simples do que se medir a velocidade do vento. As séries eólicas são geralmente mais curtas (1-2 décadas, ou bem menores). Mesmo que o método de ajuste dos mínimos quadrados permita uma correção que penaliza séries mais curtas de ventos (veja os fatores C_1 e C_2, da IEC 60826, por exemplo), tal correção é matemática e não impede que os intervalos de confiança das avaliações (para 250 anos, por exemplo) sejam substancialmente dilatados (cerca de ± 20 a 30 km/h).

Um evento a ser destacado: Na passagem 1999-2000, todo o território francês e parte do alemão foram assolados por fortíssimos ventos que destruíram enorme parte do sistema aéreo francês e substantiva parte do alemão, nas proximidades da Floresta Negra. Na época, a rede de coleta eólica francesa já era 30 vezes mais densa do que a brasileira. Os custos de reposição e aprumo foram avassaladores, sem menção aos problemas diretamente ligados à ausência/racionamento de energia elétrica.

Como consequência, nos anos subsequentes ocorreram variados foros internacionais onde inúmeros trabalhos em que a modelagem da atividade eólica intensa se valia, não mais de um máximo anual, mas, sim, de todos os valores superiores a um patamar pré-estabelecido. Tudo isso, para expor que as abordagens de forças naturais com tamanho potencial, deve ser objeto de contínuos aprimoramentos. Descarta também qualquer veleidade de que o elemento "ar" seja matemática e permanentemente modelado e subjugado. As atualizações devem ser sempre bem-vindas.

AVII.5 Ventos determinísticos - quais são?

São aqueles que não possuem medições sistemáticas, seja porque destroem tanto que incluem a estação de medição, seja porque têm atuação territorialmente reduzida, escapando da rede nacional, seja por outra motivação qualquer. As suas respectivas velocidades são geralmente estimadas pelos danos locais que causam, ou por inferências indiretas através de imagens de satélites, ... outros.

Diz-se que são responsáveis pela maioria dos grandes desastres eólicos, quedas de torres, grande destruição, óbitos majoritários, etc. Não se sabe ao certo. Muita pesquisa deve anteceder afirmações mais sólidas. Enquanto isso vai avançando, uma forma nítida de abordá-los é a de fazer avaliações conservadoras dos ventos estatísticos e, caso necessário, ainda incluir fatores de segurança locais.

Justifica-se a singeleza e despretensão desse item - esse assunto ainda exige avaliações e decisões colegiadas com relação às hipóteses de carregamento necessárias, para que haja um máximo de benefícios ao setor interessado.

04	REVISADO CONFORME COMENTÁRIOS	16/12/2022	SHF/APC	AQ	JCS
03	REVISADO CABOS PARA RAIOS	11/11/2022	SHF/APC	AQ	JCS
02	REVISADO DESEQUILIBRIO DE TENSÃO	28/10/2022	SHF/APC	AQ	JCS
01	EMISSÃO INICIAL	23/09/2022	SHF/APC	AQ	JCS
Rev.	**Descrição das Revisões**	**Data**	**Elaborado**	**Verificado**	**Aprovado**

ENGEPRO

cobra BRASIL

isa CTEEP

LOTE "03" DO LEILÃO 001/2022

LT CD 500 kV JAÍBA – JANAÚBA 6 C1 e C2
LT CD 500 kV JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV CAPELINHA 3 – GOV. VALADARES 6 C1 e C2
LT CS 500 kV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1
LT CS 345 kV VIANA 2 – VIANA C3

PROJETO BÁSICO

ELAB.	**VERIF.**	**APROV.**	**CONDUTOR E PARA RAIOS**		
SHF / APC	AQ	JCS			
RESP. TÉC.	**CREA**	**DATA**	Nº DOC BR-LOT3-71450-L-00-D0004	**FOLHA**	**REV.**
Joel da Costa Souza	200158892-5	23/09/2022		1/388	04

ÍNDICE

1. OBJETIVO 3
2. CABOS CONDUTORES....3
2.1 CRITÉRIO E SELEÇÃO DOS CABOS QUANTO A PERDA JOULE 3
2.2 ACOPLAMENTO MUTUO....4
2.3 POTENCIA CARACTERISTICA (SIL) – FEIXES EXPANDIDOS ELÍPTICOS 5
2.4 CONFIGURAÇÃO DAS FASES NAS ESTRUTURAS 7
2.5 CARACTERÍSTICAS DOS CABOS CONDUTORES....7
2.6 TEMPERATURAS DE OPERAÇÃO DO CABO CONDUTOR 7
3. CABOS PARA-RAIOS E OPGW....9
4. VERIFICAÇÃO DAS PERDAS JOULE NA LT....15
5. TRANSPOSIÇÃO DE FASES 16
5.1. DADOS 16
5.2. METODOLOGIA DO ESTUDO 16
5.3. CRITÉRIO....19
5.4. RESULTADOS 19
5.5. CONCLUSÕES. 21
6. REFERÊNCIAS 22
ANEXO 1 - ATP....23
ANEXO 1A – SAIDAS DE ATP PARA VALIDADÇÃO DE PERDA JOULE....24
ANEXO 1B – SAIDAS DE ATP PARA DEMAIS ESTRUTURAS DA SERIE DE FEIXE EXPANDIDO PARA VALIDAÇÃO DE POTÊNCIA CARACTERISITCA (SIL) 65
ANEXO 2 – TEMPCOND.... 210
ANEXO 3 - ATPDRAW 259
ANEXO 4 – ESQUEMA DE TROCA DE PARA RAIOS 295
ANEXO 5 – PERDAS – LT.... 298
ANEXO 6 – ACOPLAMENTO MUTUO 316
ANEXO 6A – ACOPLAMENTO MUTUO – PARAMETROS CONCENTRADOS.... 317
ANEXO 6B – ACOPLAMENTO MUTUO – SAIDA ATP.... 323
ANEXO 7 – DESENHO DA ESTRUTURA PREDOMINANTE.... 384

1. OBJETIVO

1.1 Apresentar a seleção e as características principais dos cabos condutor e para-raios das linhas de transmissão pertencentes ao Lote 3 do Leilão 001/2022 listadas abaixo:

- LT CD 500 kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2
- LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Capelinha 3 – Govenador Valadares 6, C1 e C2
- LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1
- LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3

2. CABOS CONDUTORES

2.1 CRITÉRIO E SELEÇÃO DOS CABOS QUANTO A PERDA JOULE

2.1.1 Os cabos condutores foram selecionados (Tabelas 1 a 3) em atendimento às exigências do Edital (1) e com base em critérios técnicos-econômicos, que levam em conta aspectos de mercado e as experiências desses cabos instalados no Brasil. A resistência de sequência positiva por unidade de comprimento da linha ou trechos de linha de transmissão deve ser igual ou inferior a da configuração básica, conforme indicado na Tabela 2.3.2.1 do Edital [2]. A resistência de sequencia positiva é obtida para cada LT com base necessariamente na configuração dos feixes de subcondutores, e da geometria das fases e dos cabos para-raios para a estrutura predominante de cada LT.

TABELA 1 - QUANTO A PERDA JOULE

REFERÊNCIA EDITAL					CONDUTOR SELECIONADO	
LT	(km)	R2 (Ref.)	Condutor R2 Edital CABOS X TIPO / fase)	Resistência 50°C AC (Ω/km)	CABOS X TIPO / fase	Resistência 50°C-AC(Ω/km)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	102	(2)	4 x CAA 795MCM	0,0174	4xCAL 998MCM	0,01737
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	40					
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	220	(2)	6 x CAA 795MCM	0,0140	6 x CAL 838MCM	0,01383
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2	135	(2)	6 x CAA 795MCM	0,0140	6 x CAL 838MCM	0,01381
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	77	(2)	6 x CAA 795MCM	0,0140	6 x CAL 838MCM	0,01397
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	7,5	(2)	2 x CAA 954MCM	0,0348	2 x CAL 998MCM	0,0344

TABELA 2 - QUANTO AOS PARÂMETROS ELÉTRICOS DE SEQUENCIA POSITIVA

LT	CONDUTOR SELECIONADO	Resistência R (Ω/km)	Reatância X (Ω/km)	Susceptância B (mho/km)	Impedância Zc(Ω)	Anexo ATP
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	4 x AAAC LIGA 1120 - 998MCM	0,01737	0,2935	0,00000563	228,5	1A
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2						
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 C2	6 x AAAC LIGA 1120 - 838MCM	0,01383	0,1921	0,00000866	149,15	1A
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6,	6 x AAAC LIGA 1120 - 838MCM	0,01381	0,1921	0,00000865	149,18	1A

TABELA 2 - QUANTO AOS PARÂMETROS ELÉTRICOS DE SEQUENCIA POSITIVA						
LT	CONDUTOR SELECIONADO	Resistência R (Ω/km)	Reatância X (Ω/km)	Susceptância B (mho/km)	Impedância Zc(Ω)	Anexo ATP
C1 e C2						
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	6 x AAAC LIGA 1120 - 838MCM	0,01397	0,1914	0,00000866	148,90	1A
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	2 x AAAC LIGA 1120 - 998MCM	0,03440	0,3612	0,00000457	281,75	1A

TABELA 3 - QUANTO AOS PARÂMETROS ELÉTRICOS DE SEQUENCIA ZERO						
LT	CONDUTOR SELECIONADO	Resistência (Ω/km)	Reatância (Ω/km)	Susceptância B (mho/km)	Impedância Zc(Ω)	Anexo ATP
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	4 x AAAC LIGA 1120 - 998MCM	0,1988	0,9739	0,00000300	575	1A
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	4 x AAAC LIGA 1120 - 998MCM					
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	6 x AAAC LIGA 1120 - 838MCM	0,3374	1,1284	0,00000319	608	1A
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2	6 x AAAC LIGA 1120 - 838MCM	0,3345	1,1341	0,00000317	611	1A
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	6 x AAAC LIGA 1120 - 838MCM	0,2000	0,8926	0,00000318	537	1A
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	2 x AAAC LIGA 1120 - 998MCM	0,2309	0,9366	0,00000276	591	1A

2.2 ACOPLAMENTO MUTUO

Adicionalmento em função dos paralelismos das LT's , entre si e/ou entre LT's existentes, são apresentadas no Anexo 6A o estudo do acoplamentos mútuos e parâmetros elétricos concetrados, considerando correções hiperbólicas, para as situações tabeladas abaixo. A saída do ATP para acoplamentos na mesma estrutura (circuitos duplo) consta no Anexo 1 e para acoplamentos em estruturas distintas consta do anexo Anexo 6B.

LT	ACOPLAMENTO
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	Acoplamento mesma estrutura entre C1 e C2
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	Acoplamento mesma estrutura entre C1 e C2
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	Acoplamento estruturas distintas entre C1 e C2
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2	Acoplamento estruturas distintas entre C1 e C2
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	Acoplamento com a LT 345 kV João Neiva 2 – Viana 2 (ISA CTEEP)
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	Acoplamento com a LT 345 kV Viana 2 – Viana (MGE)

2.3 POTENCIA CARACTERISTICA (SIL) – FEIXES EXPANDIDOS ELÍPTICOS

Conforme descrito no Edital [2] para as LTs com feixes expandidos elípticos com 6 subcondutores por fase (configuração de referência), as estruturas deverão seguir a configuração dos feixes dos subcondutores e a geometria das fases e dos cabos para-raios conforme o padrão de referência, sendo aceito variações que viabilizem um SIL equivalente da LT de no mínimo 1.510 MW. Uma forma de verificação poderá se basear no cálculo com base em uma estimativa da distribuição de frequência das estruturas da série considerando o relevo do terreno de implantação da LT e/ou as informações de outras linhas de transmissão em 500kV com mesmo grau de compactação existentes nas proximidades. Posteriormente, a definição do SIL a partir das características técnicas efetivamente implantadas deverão ser comprovadas com base no quantitativo real dos tipos de estruturas.

A seguir é apresentado a estimativa do SIL para as LTs 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2; Capelinha 3 – Govenador Valadares 6, C1 e C2; João Neiva 2 – Viana 2, C1. Todas atendendo ao limite de SIL estabelecido no Edital de Leilão da ANEEL. Após a elaboração do projeto executivo o SIL efetivamente alcançado em cada uma destas LTs será encaminhado para o ONS/ANEEL.

LT 500 kV JANAÚBA 6 - CAPELINHA 3 C1 E C2				
TORRES		QUANTIDADES	SIL ESTIMADO	
NOME	APLICAÇÃO		UNITARIO (MW)	POR QUANT (MW)
I51CR	SUSPENSÃO CROSS ROPE	162	1677	271.674
I51CRB	SUSPENSÃO CROSS ROPE	90	1677	150.930
I51SL	SUSPENSÃO LEVE	52	1346	69.992
I51SP	SUSPENSÃO PESADA	80	1309	104.720
I51TR	TRANSPOSIÇÃO	6	1230	7.380
I51A1	ANCORAGEM MEIO DE LINHA ATÉ 15°	30	1449	43.470
I51A2	ANCORAGEM MEIO DE LINHA ATÉ 30°	15	1441	21.615
I51AT	ANCORAGEM TERMINAL	5	1430	7.150
TOTAL		**440**	**TOTAL (MW)**	**1.538**

LT 500 kV CAPELINHA 3 - GOVERNADOR VALADARES 6 C1				
TORRES		QUANTIDADES	SIL ESTIMADO	
NOME	APLICAÇÃO		UNITARIO (MW)	POR QUANT (MW)
I52CR	SUSPENSÃO CROSS ROPE	80	1677	134.160
I52CRB	SUSPENSÃO CROSS ROPE	60	1677	100.620
I52SL	SUSPENSÃO LEVE	59	1381	81.479
I52SP	SUSPENSÃO PESADA	40	1348	53.920
I52TR	TRANSPOSIÇÃO	6	1279	7.674
I52A1	ANCORAGEM MEIO DE LINHA ATÉ 15°	16	1449	23.184
I52A2	ANCORAGEM MEIO DE LINHA ATÉ 30°	8	1441	11.528
I52AT	ANCORAGEM TERMINAL	3	1431	4.293
TOTAL		**272**	**TOTAL (MW)**	**1.533**

LT 500 kV JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 C1				
TORRES		QUANTIDADES	SIL ESTIMADO	
NOME	APLICAÇÃO		UNITARIO (MW)	POR QUANT (MW)
I52CR	SUSPENSÃO CROSS ROPE	47	1677	78.819
I52CRB	SUSPENSÃO CROSS ROPE	24	1677	40.248
I52SL	SUSPENSÃO LEVE	34	1381	46.954
I52SP	SUSPENSÃO PESADA	15	1348	20.220
I52TR	TRANSPOSIÇÃO	6	1279	7.674
I52A1	ANCORAGEM MEIO DE LINHA ATÉ 15°	19	1449	27.531
I52A2	ANCORAGEM MEIO DE LINHA ATÉ 30°	13	1441	18.733
I52AT	ANCORAGEM TERMINAL	8	1431	11.448
TOTAL		**166**	**TOTAL (MW)**	**1.516**

RESUMO DAS POTENCIAS NATURAL (SIL) E TRANSMITIDA DAS LINHAS DO LOTE 3

LINHA DE TRANSMISSÃO	TENSÃO (KV)	POTENCIA NATURAL (SIL) (MW)	CORRENTE DE LONGA DURAÇÃO	POTENCIA TRANSMITIDA (MVA)
LT 500KV JAÍBA - JANAÚBA 6	500	1094	3260	2823
LT 500KV JANAÚBA 6 - JANAÚBA 3 C1 C2	500	1094	3260	2823
LT 500KV JANAÚBA 6 - CAPELINHA 3 C1 C2	500	1538	2965	2568
LT 500KV CAPELINHA 3 - GOVERNADOR VALADARES 6 C1 C2	500	1532	2965	2568
LT 500KV JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 C2	500	1516	2965	2568
LT 500KV VIANA 2 - VIANA	345	423	1755	1049

2.4 CONFIGURAÇÃO DAS FASES NAS ESTRUTURAS

A configuração das fases nas estruturas que implicam nos resultados das Tabelas 1 a 3 têm como base a cabeça da estrutura predominante definida no Relatório de Coordenação de Isolamento [7], a qual segue anexada a este relatório (anexo 7).

2.5 CARACTERÍSTICAS DOS CABOS CONDUTORES

TABELA 4 - CARACTERÍSTICAS DOS CABOS CONDUTORES

LT	TIPO (Norma)	BITOLA (kcmil)	FORMAÇÃO	Seção (mm^2)	Diâmetro (mm)	Peso (kgf/m)	Carga de Ruptura (kgf)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	AAAC 998	998	61 fios	506,04	29,25	1,3925	11147
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2							
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	AAAC 838	838	37 fios	425,16	26,78	1,1710	9473
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2	AAAC 838	838	37 fios	425,16	26,78	1,1710	9473
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	AAAC 838	838	37 fios	425,16	26,78	1,1710	9473
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	AAAC 998	998	61 fios	506,04	29,25	1,3925	11147
Todas as Linhas com feixe expandido (SIL Elevado) Jumper	AC (AL1350)	2500	91 fios	1266,76	46,31	3,526	18900

2.6 TEMPERATURAS DE OPERAÇÃO DO CABO CONDUTOR

2.6.1 Parâmetros Específicos e Temperaturas de Operação dos Cabos

As temperaturas máximas de operação dos cabos para corrente de longa duração e curta duração devem atender aos valores de corrente estabelecidos no item 2.2 do Edital 01/2022 Anexo 2-02 [1], tabela 2.2.1 conforme metodologia fixada pela norma técnica NBR 5422 da ABNT.

Adicionalmente conforme metodologia fixada na NT 0094/2016 R1 do ONS, devem ser calculas e estabelecidas temperaturas para as capacidades sazonais das Linhas de transmissão em estudo para longa e curta duração, de modo que os valores de corrente não sejam inferiores aos valores indicados na Tabela 2.2.2 do edital 01/2022 anexo 2-02 [1].

TABELA 5 – Temperaturas de longa e curta duração para as capacidades operativas estabelecidas no edital

Descrição		Unidade	(NBR 5422)		Sazonal (NT 0094/2016 R1 do ONS)							
			Longa	Curta	LONGA				CURTA			
					VD	VN	ID	IN	VD	VN	ID	IN
Parâmetros comuns dos projetos	Coeficiente de absorção	-	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
	Coeficiente de emissividade	-	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
	Vento	m/s	1	1	1	0,6	1	0,6	1	0,6	1	0,6
	Radiação Solar	w/m²	1000	1000	1000	0	1000	0	1000	0	1000	0
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	Altitude	m	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530
	temperaturas de ar	°C	28	28	33	22	32	20	33	22	32	20
	Capacidade consolidada	A	3260	4000	3260	4000	3308	4000	4000	4000	4000	4000
	Temperatura de projeto	°C	61	72	66	57	66	57	77	57	76	57
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	Altitude	m	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
	temperaturas de ar	°C	28	28	33	22	32	20	33	22	32	20
	Capacidade consolidada	A	3260	4000	3260	4000	3308	4000	4000	4000	4000	4000
	Temperatura de projeto	°C	61	72	66	57	66	57	77	57	76	57
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	Altitude	m	870	870	870	870	870	870	870	870	870	870
	temperaturas de ar	°C	28	28	29	23	30	20	29	23	30	20
	Capacidade consolidada	A	2965	4000	2965	4000	3181	4000	4000	4000	4000	4000
	Temperatura de projeto	°C	50	58	52	43	54	40	60	43	60	40
LT CS 500kV Capelinha 3– Gov.Valadares 6, C1 e C2	Altitude	m	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
	temperaturas de ar	°C	28	28	33	22	32	19	33	22	32	19
	Capacidade consolidada	A	2965	4000	2965	4000	3224	4000	4000	4000	4000	4000
	Temperatura de projeto	°C	50	58	51	43	55	40	59	43	61	40
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	Altitude	m	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
	temperaturas de ar	°C	28	28	33	25	30	21	33	25	30	21
	Capacidade consolidada	A	2965	4000	2965	4000	3294	4000	4000	4000	4000	4000
	Temperatura de projeto	°C	50	57	55	45	55	41	62	45	61	41
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	Altitude	m	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	temperaturas de ar	°C	29	29	33	25	29	21	33	25	29	21
	Capacidade consolidada	A	1755	2110	1755	2122	1814	2196	2110	2365	2145	2429
	Temperatura de projeto	°C	65	76	69	67	67	66	80	78	77	77

O resultado das temperaturas calculadas para as correntes estabelecidas no edital consta da tabela abaixo e a saídas dos programas consta do anexo 2.

2.6.2 Temperaturas e Correntes para Locação das Estruturas

TABELA 6 - TEMPERATURAS MÁXIMAS DE OPERAÇÃO DO CABO CONDUTOR								
LT	CONDUTOR SELECIONADO	Latitude Média	CORRENTE /FASE (A)		TEMPERATURAS LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS (°C)			
					CALCULADA (NBR 5422, e Sazonal)		ADOTADA EM FUNÇÃO DAS CAPACIDADES OPERATIVAS SAZONAIS	
			DURAÇÃO (NBR 5422)		DURAÇÃO		DURAÇÃO	
			Longa	Curta	Longa	Curta	**Longa**	**Curta**
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	4 x CAL 998MCM	17°	3260	4000	66°	77°	**70°**	**80°**
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	4 x CAL 998MCM	17°	3260	4000	66°	77°	**70°**	**80°**
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	6 x CAL 838MCM	15°	2965	4000	54°	60°	**55°**	**63°**
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2	6 x CAL 838MCM	15°	2965	4000	55°	61°	**55°**	**63°**
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	6 x CAL 838MCM	17°	2965	4000	55°	62°	**55°**	**63°**
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	2 x CAL 998MCM	19°	1755	2110	69°	78°	**70°**	**80°**

3. CABOS PARA-RAIOS E OPGW

3.1 CRITÉRIO PARA SELEÇÃO DOS CABOS

3.1.1 Os cabos para-raios foram definidos em função da capacidade de suportarem a corrente de curto circuito de especificadas no Edital da ANEEL [1] e submódulo 2.4 [4] e por apresentarem bom desempenho frente às descargas atmosféricas.

3.2 COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS CABOS PARA-RAIOS

3.1 Parâmetros

3.1.1 Os cabos para-raios estão sendo considerados aterrados em todas as estruturas e conectados às malhas de terra das subestações.

3.1.2 Níveis de Curto-Circuito conforme referencias [1][4] e [8]:

TABELA 7 – NÍVEIS DE CURTO-CIRCUITO		
LT	Nível de Curto (kA)	Tempo de Eliminação do Defeito (ms)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	50	250
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2		
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2		
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2		
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1		
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3		

3.1.3 Limites definidos para os cabos para-raios:

TABELA 8 – LIMITES DE TERMICOS E DE CORRENTE			
Cabo Para-raios	Temperatura limite (°C)	Corrente Limite (kA)	Capacidade máxima Icc $(kA)^2s$
3/8" EAR, 7 fios	400	7,75	15
CAA DOTTEREL	200	26,30	173
OPGW (Ø 14,9 mm – Tabela 10)	180	21,91	120 (*)
OPGW (Ø 13,4 mm – Tabela 10)	180	14,83	55 (*)
(*) As capacidades de curto circuito do cabo OPGW apresentadas nesta tabela para estudo de distribuição de curto estão de acordo com as características dos cabos OPGW tomados como referencia, e indicados na Tabela 10.			

3.1.4 Demais parâmetros para verificação do comportamento térmico dos cabos para-raio

Tabela 9 – Parâmetros a serem considerados				
LT	Compr. da LT	Resistividade do Solo	Resist. da malha SEs	Resist. de aterram. das estruturas
	(km)	(Ω.m)	(Ω)	(Ω)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	102	1000	1	20
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	40	1000	1	20
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	220	1000	1	20
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2	135	1000	1	20
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	77	1000	1	20
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	7,5	1000	1	20

3.2 Metodologia de Cálculo

3.2.1 As correntes de falta fase-terra ao longo das LT's, assim como a divisão dessas correntes pelos cabos para-raios e pelas estruturas aterradas, foram calculadas pelo programa ATP DRAW, por modelagem line constant (modelo Bergeron), solução em regime permanente .

3.2.2 Os resultados obtidos constam do Anexo 3.

3.3 Verificação de desempenho dos cabos para-raios frente as correntes de curto-circuito

3.3.1 A tabela a seguir relaciona as correntes nos cabos para-raios junto às SEs e nos pontos de transição entre configurações. Os valores junto às SEs foram lidos diretamente nos relatórios constantes do programa.

- LT 500KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 E C2

TABELA 9.1 – CORRENTE MÁXIMA NOS CABOS PARA-RAIOS				
LT	Situação de Instalação dos Cabos			Corrente Máxima Calculada (kA)
	Local	Tipo de Cabo	Extensão (*) (km)	
LT 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3	Junto à SE JANAÚBA 6	DOTTEREL	0,1 km da SE	18,61
		OPGW 14,9	0,1 km da SE	16,30
	Junto à SE CAPELINHA 3	DOTTEREL	0,1 km da SE	18,61
		OPGW 14,9	0,1 km da SE	16,30
	Troca do para-raios a 5 km da SE JANÁUBA 6	DOTTEREL	5km em cada SE	14,24
		OPGW 14,9	5km em cada SE	12,55
	Troca do para-raios a 5 km da SE CAPELINHA 3	DOTTEREL	5km em cada SE	14,24
		OPGW 14,9	5km em cada SE	12,55
	Verificação vão adjacente a troca 5,5 km da SE JANAÚBA 6	DOTTEREL	5,5 km em cada SE	15,31
		OPGW 13,4	5,5 km em cada SE	10,97
	Verificação vão adjacente a troca 5,5 km da SE CAPELINHA 3	DOTTEREL	5,5 km em cada SE	15,31
		OPGW 13,4	5,5 km em cada SE	10,97
	Troca do para-raios a 19 km da SE JANAÚBA 6	DOTTEREL	19 km em cada SE	10,17
		OPGW 13,4	19 km em cada SE	7,42
	Troca do para-raios a 19 km da SE CAPELINHA 3	DOTTEREL	19 km em cada SE	10,17
		OPGW 13,4	19 km em cada SE	7,42
	Verificação vão adjacente a troca 19,5 km da SE JANAÚBA 6	3/8" EHS	19,5 km em cada SE	3,14
		OPGW 13,4	19,5 km em cada SE	14,48
	Verificação vão adjacente a troca 19,5 km da SE CAPELINHA 3	3/8" EHS	19,5 km em cada SE	3,14
		OPGW 13,4	19,5 km em cada SE	14,48
(*) As extensões foram definidas em função das características dos cabos OPGW considerados na Tabela 10. Estas extensões poderão ser alteradas em função dos cabos OPGW que vierem a ser efetivamente adquiridos.				

- LT 500KV CAPELINHA 3 – GOVERNADOR VALADARES 6 C1 E C2

TABELA 9.2 – CORRENTE MÁXIMA NOS CABOS PARA-RAIOS				
LT	Situação de Instalação dos Cabos			Corrente Máxima Calculada (kA)
	Local	Tipo de Cabo	Extensão (*) (km)	
LT 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6	Junto à SE Capelinha 3	DOTTEREL	0,1 km da SE	18,47
		OPGW 14,9	0,1 km da SE	16,29

TABELA 9.2 – CORRENTE MÁXIMA NOS CABOS PARA-RAIOS				
LT	Situação de Instalação dos Cabos			Corrente Máxima Calculada (kA)
	Local	Tipo de Cabo	Extensão (*) (km)	
	Junto à SE Gov. Valadares 6	DOTTEREL	0,1 km da SE	18,47
		OPGW 14,9	0,1 km da SE	16,29
	Troca do para-raios a 5 km da SE Capelinha 3	DOTTEREL	5km em cada SE	14,20
		OPGW 14,9	5km em cada SE	12,59
	Troca do para-raios a 5 km da SE Gov. Valadares 6	DOTTEREL	5km em cada SE	14,20
		OPGW 14,9	5km em cada SE	12,59
	Verificação vão adjacente a troca 5,5 km da SE Capelinha 6	DOTTEREL	5,5 km em cada SE	15,23
		OPGW 13,4	5,5 km em cada SE	11,07
	Verificação vão adjacente a troca 5,5 km da SE Gov. Valadares 6	DOTTEREL	5,5 km em cada SE	15,23
		OPGW 13,4	5,5 km em cada SE	11,07
	Troca do para-raios a 20 km da SE Capelinha 3	DOTTEREL	19 km em cada SE	10,18
		OPGW 13,4	19 km em cada SE	7,51
	Troca do para-raios a 20 km da SE Gov. Valadares 6	DOTTEREL	19 km em cada SE	10,18
		OPGW 13,4	19 km em cada SE	7,51
	Verificação vão adjacente a troca 20,5 km da SE Capelinha 3	3/8" EHS	19,5 km em cada SE	3,12
		OPGW 13,4	19,5 km em cada SE	14,38
	Verificação vão adjacente a troca 20,5 km da SE Gov. Valadares 6	3/8" EHS	19,5 km em cada SE	3,12
		OPGW 13,4	19,5 km em cada SE	14,38
(*) As extensões foram definidas em função das características dos cabos OPGW considerados na Tabela 10. Estas extensões poderão ser alteradas em função dos cabos OPGW que vierem a ser efetivamente adquiridos.				

- LT 500KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1

TABELA 9.3 – CORRENTE MÁXIMA NOS CABOS PARA-RAIOS				
LT	Situação de Instalação dos Cabos			Corrente Máxima Calculada (kA)
	Local	Tipo de Cabo	Extensão (*) (km)	
LT 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6	Junto à SE João Neiva	DOTTEREL	0,1 km da SE	18,59
		OPGW 14,9	0,1 km da SE	16,18
	Junto à SE Viana 2	DOTTEREL	0,1 km da SE	18,59
		OPGW 14,9	0,1 km da SE	16,18
	Troca do para-raios a 5	DOTTEREL	5km em cada SE	13,98

TABELA 9.3 – CORRENTE MÁXIMA NOS CABOS PARA-RAIOS				
LT	Situação de Instalação dos Cabos			Corrente Máxima Calculada (kA)
	Local	Tipo de Cabo	Extensão (*) (km)	
	km da SE João Neiva	OPGW 14,9	5km em cada SE	12,47
	Troca do para-raios a 5 km da SE Viana 2	DOTTEREL	5km em cada SE	13,98
		OPGW 14,9	5km em cada SE	12,47
	Verificação vão adjacente a troca 5,5 km da SE João Neiva	DOTTEREL	5,5 km em cada SE	15,05
		OPGW 13,4	5,5 km em cada SE	10,93
	Verificação vão adjacente a troca 5,5 km da SE Viana 2	DOTTEREL	5,5 km em cada SE	15,05
		OPGW 13,4	5,5 km em cada SE	10,93
	Troca do para-raios a 19 km da SE João Neiva	DOTTEREL	19 km em cada SE	10,03
		OPGW 13,4	19 km em cada SE	7,61
	Troca do para-raios a 19 km da SE Viana 2	DOTTEREL	19 km em cada SE	10,03
		OPGW 13,4	19 km em cada SE	7,61
	Verificação vão adjacente a troca 19,5 km da SE João Neiva	3/8" EHS	19,5 km em cada SE	3,12
		OPGW 13,4	19,5 km em cada SE	14,40
	Verificação vão adjacente a troca 19,5 km da SE Viana 2	3/8" EHS	19,5 km em cada SE	3,12
		OPGW 13,4	19,5 km em cada SE	14,40
(*) As extensões foram definidas em função das características dos cabos OPGW considerados na Tabela 10. Estas extensões poderão ser alteradas em função dos cabos OPGW que vierem a ser efetivamente adquiridos.				

- LT 500KV JAÍBA – JANAÚBA 6 C1 E C2

TABELA 9.4 – CORRENTE MÁXIMA NOS CABOS PARA-RAIOS				
LT	Situação de Instalação dos Cabos			Corrente Máxima Calculada (kA)
	Local	Tipo de Cabo	Extensão (*) (km)	
LT 500kV Jaíba – Janaúba 6 C1 e C2	Junto à SE Jaíba	OPGW 14,9	0,1 km da SE	16,27
		OPGW 14,9	0,1 km da SE	17,88
	Junto à SE Janaúba 6	OPGW 14,9	0,1 km da SE	16,27
		OPGW 14,9	0,1 km da SE	17,88
	Troca do para-raios a 30 km da SE Jaíba	OPGW 14,9	30km em cada SE	5,33
		OPGW 14,9	30km em cada SE	5,70
	Troca do para-raios a 30 km da SE Janaúba 6	OPGW 14,9	30km em cada SE	5,33
		OPGW 14,9	30km em cada SE	5,70

TABELA 9.4 – CORRENTE MÁXIMA NOS CABOS PARA-RAIOS				
LT	Situação de Instalação dos Cabos			Corrente Máxima Calculada (kA)
	Local	Tipo de Cabo	Extensão (*) (km)	
	Verificação vão adjacente a troca 30,5 km da SE Jaíba	OPGW 13,4	30,5 km em cada SE	5,28
		OPGW 13,4	30,5 km em cada SE	5,51
	Verificação vão adjacente a troca 30,5 km da SE Janaúba 6	OPGW 13,4	30,5 km em cada SE	5,28
		OPGW 13,4	30,5 km em cada SE	5,51
(*) As extensões foram definidas em função das características dos cabos OPGW considerados na Tabela 10. Estas extensões poderão ser alteradas em função dos cabos OPGW que vierem a ser efetivamente adquiridos.				

- LT 500KV JANAÙBA 6 – JANAÙBA 3 C1 e C2

TABELA 9.5 – CORRENTE MÁXIMA NOS CABOS PARA-RAIOS				
LT	Situação de Instalação dos Cabos			Corrente Máxima Calculada (kA)
	Local	Tipo de Cabo	Extensão (*) (km)	
LT 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2	Junto à SE Janauba 6	OPGW 14,9	0,1 km da SE	15,26
		OPGW 14,9	0,1 km da SE	17,02
	No meio da linha	OPGW 14,9	20 km da SE	7,06
		OPGW 14,9	20 km da SE	7,44
	Junto à SE Janaúba 3	OPGW 14,9	0,1 km da SE	15,26
		OPGW 14,9	0,1 km da SE	17,02
(*) As extensões foram definidas em função das características dos cabos OPGW considerados na Tabela 10. Estas extensões poderão ser alteradas em função dos cabos OPGW que vierem a ser efetivamente adquiridos.				

- LT 345 KV VIANA 2 – VIANA C3

TABELA 9.6 – CORRENTE MÁXIMA NOS CABOS PARA-RAIOS				
LT	Situação de Instalação dos Cabos			Corrente Máxima Calculada (kA)
	Local	Tipo de Cabo	Extensão (*) (km)	
LT 345kV Viana 2 – Viana C3	Junto à SE Viana 2	OPGW 14,9	0,1 km da SE	15,67
		OPGW 14,9	0,1 km da SE	14,77
	No meio da linha	OPGW 14,9	20 km da SE	11,45
		OPGW 14,9	20 km da SE	10,80
	Junto à SE Viana	OPGW 14,9	0,1 km da SE	15,67
		OPGW 14,9	0,1 km da SE	14,77
(*) As extensões foram definidas em função das características dos cabos OPGW considerados na Tabela 10. Estas extensões poderão ser alteradas em função dos cabos OPGW que vierem a ser efetivamente adquiridos.				

3.3.2 Conforme pode ser observado pelas Tabelas 9.1 a 9.6 os valores máximos de corrente de curto-circuito selecionados atendem aos limites térmicos especificados na Tabela 8. A

representação gráfica da configuração adotada consta do Anexo 4.

3.3.3 CARACTERÍSTICAS DOS CABOS PARA-RAIOS

TABELA 10 – CARACTERÍSTICAS DOS CABOS

TIPO	BITOLA	FORMAÇÃO	Classe Galvan.	Seção (mm^2)	Diâm. (mm)	Peso (kgf/m)	Carga de Ruptura (kgf)	Resistencia (Ω/km)
CAA DOTTEREL	176,9 kcmil	12/7	B	141,89	15,42	0,657	7857	0,3221
Aço zinc. EHS	3/8"	7 fios	B	51,08	9,14	0,407	6985	4,232
OPGW (Loose) (referência)	14,9 mm	10 fios aço-alumínio Tubo óptico de Aluminio	-	126,70	14,90	0,552	6159	0,32
OPGW (Loose) (referência)	13,4 mm	10 fios aço-alumínio Tubo óptico de Aluminio	-	99,10	13,40	0,593	8871	0,62

Nota: Os cabos OPGW que efetivamente serão instaldos nas LTs, deverão ter características dimensionais tendo como base os os cabos indicados nesta tabela, as capacidades de curto circuito conforme indicado na Tabela 8, obedecendo aos limites de carregamento de cada estrutura, em cada LT.

4. VERIFICAÇÃO DAS PERDAS JOULE NA LT

4.1 Para as perdas do cabo condutor empregou-se a resistência de sequência positiva das LT's mostrada na Tabela 1 deste relatório. Já para os cabos para-raios as perdas foram calculadas pelo programa PERDAS – LT.

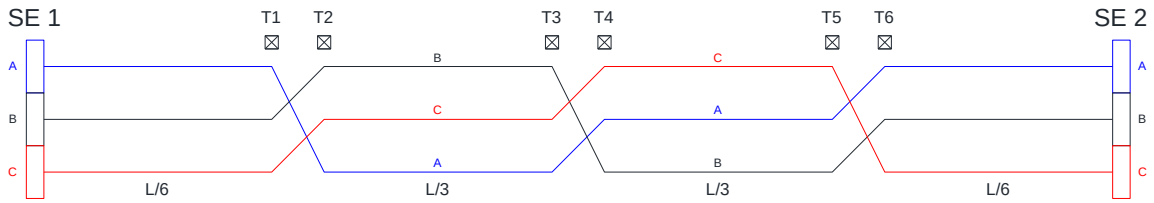
TABELA 11 – PERDAS JOULE

LT	Cabos Para-Raios			Condutor		% Perda Para-Raios com relação ao Condutor
	Configuração dos Cabos	Perda Unitária (kW/km)	Perda Total (*) (kW/km)	Perda Por fase (kW/km)	Perda Circuito (kW/km)	
LT 500kV Jaíba - Janaúba 6, C1 e C2 CD	OPGW 14,9 + OPGW 14,9	45,96	54,19	278,4	1670,4	3,24
	OPGW 13,4 + OPGW 13,4	65,95				
LT 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2 CD	OPGW 14,9+ OPGW 14,9	59,21	59,21	278,4	1670,4	3,54
LT 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2 CS	CAA DOTTEREL + OPGW 14,9	25,45	18,21	220,8	662,4	2,75
	3/8" EHS + OPGW 13,4	16,70				
LT 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadraes 6, C1 e C2 CS	CAA DOTTEREL + OPGW 14,9	24,97	18,85	220,8	662,4	2,85
	3/8" EHS + OPGW 13,4	16,45				
LT 500kV João Neiva 2 – Vaiana 2 CS	OPGW 14,9 + OPGW 14,9	29,58	23,43	220,80	662,40	3,54
	OPGW 13,4 + OPGW 13,4	17,44				
LT 500kV Viana 2 – Viana CS	OPGW 14,9 + OPGW 14,9	12,11	12,34	153,15	459,46	2,69

4.2 Conforme se pode observar as perdas nos cabos para-raios são inferiores ao limite de 5% das perdas nos condutores, como exigido pela ANEEL [1].

5. TRANSPOSIÇÃO DE FASES

As linhas de transmissão em 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 C2 220,3 km, Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 C2 135km em circuito simples e LT 500kV Jaíba – Janaúba 6 C1 C2 102km circuito duplo terão um ciclo completo de transposição 1/6, 1/3, 1/3 e 1/6 conforme esquematizado abaixo**:**



Notas:

"L" representa o comprimento da LT.

1) Representação sem escala.
2) A nomenclatura mostrada para as fases é meramente indicativa. A ordem do faseamento será definida no projeto executivo das instalações
3) **As linhas em 500kV CD Jaíba – Janúba 6 C1 C2 e Janaúba 6 – Janaúba 3 terão um cilco de transposição em cada circuito com sentido opostos entre si**.

ESQUEMA TÍPICO DAS TRANSPOSIÇÕES

Para as linhas de transmissão em 500kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, 77km, 500kV Janaúba 6 – Janaúna 3, 40km e 345kV Viana 2 – Viana C3, 7,5km foi avaliado o grau de deseliquibrio a seguir:

5.1. Dados

5.1.1. Parâmetros Elétricos das Linhas de Transmissão Utilizados no Estudo

Para efeito do estudo de desequilíbrio da LT os parâmetros elétricos da LT estão referidos a LT com os cabos condutores a 50°C. Os parâmetros utilizados foram calculados para a configuração da estrutura predominante no programa ATP

- **LT 500kV João Neiva 2 – Viana 2 C2**

Parâmetro	Símb.	Unid.	Seqüência Positiva	Seqüência Zero
Resistência	R	Ω /km	0,01382	0,3275
Reatância	X	Ω /km	0,19201	1,1229
Susceptância	B	µS/km	8,6557	3,1693
Impedância Característica	Z_C	Ω	149,16	608

- **LT 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 C2**

Parâmetro	Símb.	Unid.	Seqüência Positiva	Seqüência Zero
Resistência	R	Ω /km	0,01736	0,1943
Reatância	X	Ω /km	0,2935	0,9700
Susceptância	B	µS/km	5,6297	3,0028
Impedância Característica	Z_C	Ω	228,5	574

- **LT 345kV Viana 2 – Viana C3**

Parâmetro	Símb.	Unid.	Seqüência Positiva	Seqüência Zero
Resistência	R	Ω /km	0,0344	0,2257
Reatância	X	Ω /km	0,3612	0,9321
Susceptância	B	µS/km	4,5706	2,7636
Impedância Característica	Z_C	Ω	281,74	589

5.2. Metodologia do estudo

Para avaliar o desequilíbrio, foi utilizado o programa ATP/ATPDRAW no qual foi modelada a linha de transmissão por parâmetros distribuídos considerando o acoplamento entre fases.

Para efetuar as simulações, foi colocada em uma das extremidades do modelo da linha uma fonte de tensão ideal, (fonte TYPE 14 do ATP) e na outra uma carga que não provoque o afundamento de tensão e que esteja com valor próximo a capacidade de longa duração.

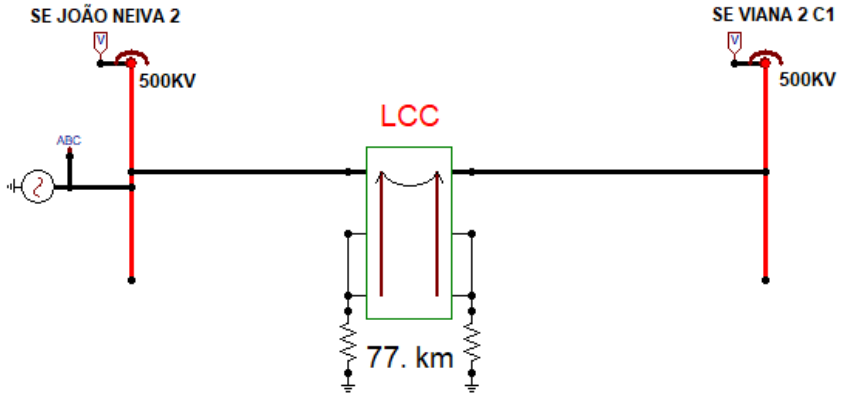
A LT 500 kV João Neiva 2– Viana 2 C1 têm capacidade de longa duração de 2965 A;

A LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2 têm capacidade de longa duração de 3260 A

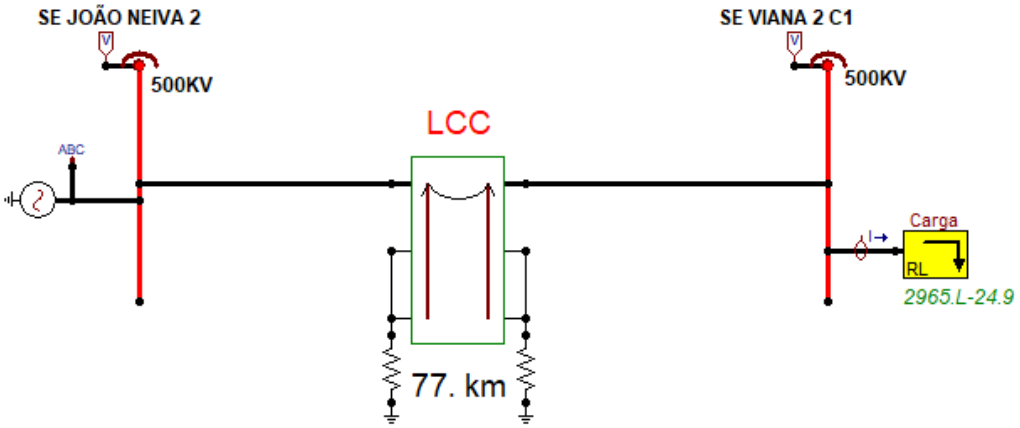
A LT 345 kV Viana 2 – Viana C3 têm capacidade de longa duração de 1755 A

Para calcular os fatores de desequilíbrio foi elaborado os seguintes casos de simulação:

- **LT 500kV João Neiva 2 – Viana 2 C1**
  - Caso 1: LT sem transposição estudo a Vazio

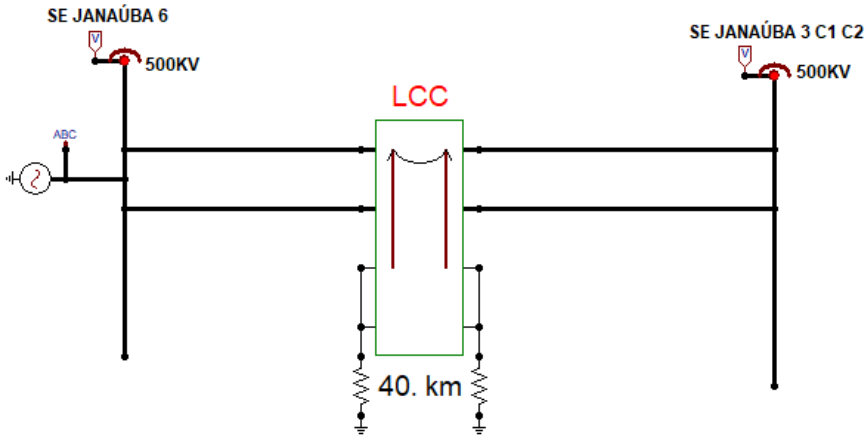


  - Caso 2: LT sem transposição estudo com Carga

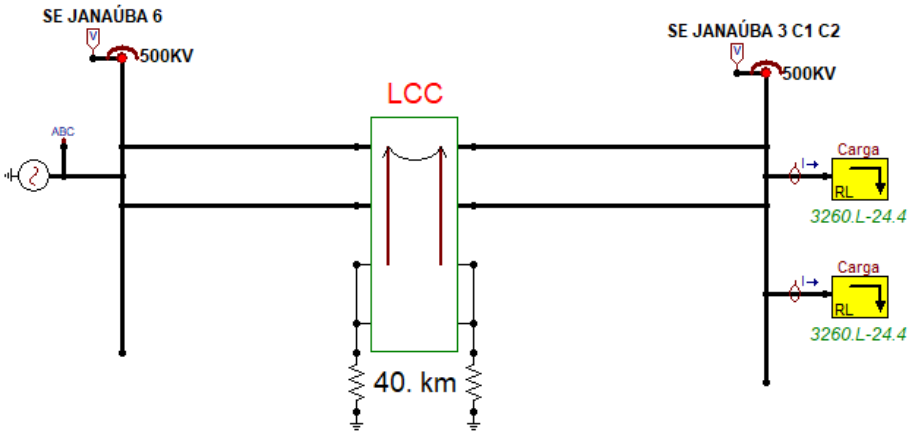


➢ **LT 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2**

- Caso 1: LT sem transposição estudo a Vazio

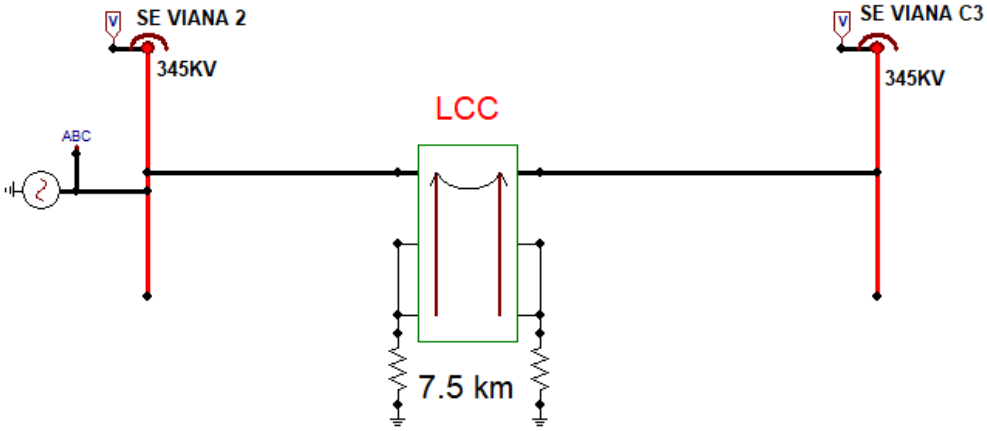


- Caso 2: LT sem transposição estudo com Carga

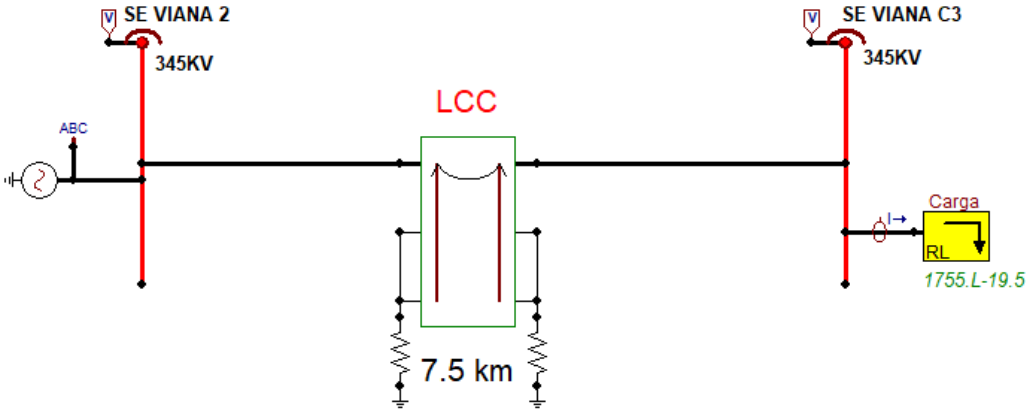


➢ **LT 345kV Viana 2 – Viana C3**

- Caso 1: LT sem transposição estudo a Vazio



- Caso 2: LT sem transposição estudo com Carga



5.3. Critério

Os fatores de desequilíbrio de sequências negativa e zero, em regime permanente não devem superar 1,5%.

5.4. Resultados

As tabelas abaixo apresentam os fatores de desequilíbrio e as tensões nas fases para cada uma das linhas:

➢ **LT 500kV João Neiva 2 – Viana 2 C2**

- Caso 1: LT sem transposição estudo a Vazio

A VAZIO			
João Neiva 2		**Viana 2**	
SEQUENCIA A B C		**SEQUENCIA A B C**	
MODULO	**ÂNGULO**	**MODULO**	**ÂNGULO**
408248	0	410743,42	0,01
408248	-120	409759,34	-119,98
408248	120	410172,97	119,91
FATORES DESEQUILIBRIO		**FATORES DESEQUILIBRIO**	
ZERO %	0.0	ZERO %	0.13
NEGATIVA %	0.0	NEGATIVA %	**0.01**

- Caso 2: LT sem transposição estudo com Carga

Carregamento = 2965 A			
João Neiva 2		**Viana 2**	
SEQUENCIA A B C		**SEQUENCIA A B C**	
MODULO	**ÂNGULO**	**MODULO**	**ÂNGULO**
443275.99	0	408206,23	-6,98
443275.99	-120	416684,33	-127,55
443275.99	120	426355,45	111,68
FATORES DESEQUILIBRIO		**FATORES DESEQUILIBRIO**	
ZERO %	0.0	ZERO %	**1.39**
NEGATIVA %	0.0	NEGATIVA %	**1,46**

Embora o fator de desequilíbrio tinha atingido 1,46%,com a LT sem transposição com carga , este fator ainda é menor que o limite de desequilíbrio 1,5%. logo a LT não necessita ter transposição.

➢ **LT 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2**

- Caso 1: LT sem transposição estudo a Vazio

A VAZIO			
Janaúba 6		**Janaúba 3**	
SEQUENCIA A B C		**SEQUENCIA A B C**	
MODULO	**ÂNGULO**	**MODULO**	**ÂNGULO**
408248	0	408750,51	0,00
408248	-120	408812,67	-120,00
408248	120	408771,65	120,00
FATORES DESEQUILIBRIO		**FATORES DESEQUILIBRIO**	
ZERO %	0.0	ZERO %	0.01
NEGATIVA %	0.0	NEGATIVA %	**0.00**

- Caso 2: LT sem transposição estudo com Carga

Carregamento = 3260 A			
Janaúba 6		**Janaúba 3**	
SEQUENCIA A B C		**SEQUENCIA A B C**	
MODULO	**ÂNGULO**	**MODULO**	**ÂNGULO**
434049.58	0	408233,03	-6,15
434049.58	-120	413386,85	-126,77
434049.58	120	415085,81	113,45
FATORES DESEQUILIBRIO		**FATORES DESEQUILIBRIO**	
ZERO %	0.0	ZERO %	**0,73**
NEGATIVA %	0.0	NEGATIVA %	0,41

O maior fator de desequilíbrio atingido foi 0,73 com a LT sem transposição a vazio , este fator está abaixo do limite de 1,5%, logo a LT não necessita ter transposição

➢ **LT 345kV Viana 2 – Viana C3**

- Caso 1: LT sem transposição estudo a Vazio

A VAZIO			
Viana 2		**Viana**	
SEQUENCIA A B C		**SEQUENCIA A B C**	
MODULO	**ÂNGULO**	**MODULO**	**ÂNGULO**
281691	0	281704,73	0,00
281691	-120	281703,52	-120,00
281691	120	281704,81	120,00
FATORES DESEQUILIBRIO		**FATORES DESEQUILIBRIO**	
ZERO %	0.0	ZERO %	0.00
NEGATIVA %	0.0	NEGATIVA %	**0.00**

- Caso 2: LT sem transposição estudo com Carga

Carregamento = 1755 A			
Viana 2		Viana	
SEQUENCIA A B C		SEQUENCIA A B C	
MODULO	ÂNGULO	MODULO	ÂNGULO
284712.36	0	281738,47	-1,26
284712.36	-120	281984,51	-121,13
284712.36	120	282116,15	118,65
FATORES DESEQUILIBRIO		FATORES DESEQUILIBRIO	
ZERO %	0.0	ZERO %	**0,08**
NEGATIVA %	0.0	NEGATIVA %	0,15

O maior fator de desequilíbrio atingido foi 0,15 com a LT sem transposição com carga , este fator está abaixo do limite de 1,5%, logo a LT não necessita ter transposição

5.5. Conclusões.

5.5.1. Não será necessário implementar esquema de transposição na LT 500kV João Neiva 2 – Viana 2 C2, a LT apresenta um fator de desequilíbrio de tensão inferior a 1,5% considerando o comprimento da LT e configuração de cabos e fases da linha.

5.5.2. Não será necessário implementar esquema de transposição na LT 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 C2

5.5.3. Não será necessário implementar esquema de transposição na LT 345kV Viana 2 – Viana C3

6. REFERÊNCIAS

1 Anexo 2-03 – Edital – Leilão 01/2022 - ANEEL

2 Relatório R2 – Detalhamento de Alternativa de Referência - Lote 03

3 NBR 8449 – Dimensionamento de cabos para-raios para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica.

4 Submódulo 2.7 do ONS - Requisitos Mínimos para Linhas de Transmissão Aéreas

5 Artigo IEEE 70TP101-PWR, 1970 - General equations for fault currents in transmission line ground wires.

6 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0002_DADOS CLIMATOLÓGICOS, preparado para as LT's 500 kV do Lote 3.

7 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0005_COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO, preparado para as LT's 500 kV do Lote 3

8 Anexo 2 – Especificações Técnicas Gerais – Leilão 01/2022- ANEEL

9 C Fonseca e outros -"Transitórios Elétricos e Coordenação de Isolamento" UFF 1987;

10 ONS, "Procedimento de Rede, Submódulo 2.8 Gerenciamento dos indicadores de qualidade da energia elétrica da rede básica.

11 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0010 - SERIE DE ESTRUTURAS preparado para a LT 500 Janaúba 6 - Capelinha 3 - CS - C1,C2

12 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0032 - SÉRIE DE ESTRUTURAS preparado para a LT 500 kV Jaíba - Janaúba 6 - CD - C1, C2 e LT 500 kv Janaúba 6 - Janaúba 3 - CD- C1, C2

13 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0027 - SÉRIE DE ESTRUTURAS preparado para as LT's 500 kV Capelinha 3 - Governador Valadares 6 - CS - C1,C2 E João Neiva - Viana 2

14 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0036 - SÉRIE DE ESTRUTURAS preparado para a LT 345 kV Viana 2 - Viana - C3 - CS

ANEXO 1 - ATP

ANEXO 1A – SAIDAS DE ATP PARA VALIDAÇÃO DE PERDA JOULE

- SAIDA ATP: CABO CAL 998MCM LT 500KV JAÍBA – JANAÚBA 6 E LT 500KV JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 C2

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  10:47:04   Name of disk plot file is  998149.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:998149.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 08/08/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  CLIENTE:COBRA/CTEEP
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  ELABORADO: ENGEPRO
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  PB LEILAO 01/2022 - LOTE 3
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CIRCUITO DUPLO LT'S 500 KV JAIBA - JANAUBA 6 E JANAUBA 6 - JANAUBA 3
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  CONDUTOR : CAL (4 X 998)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  PARA-RAIO : 2 X OPGW 14,9
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  6.613E-02     4  |  1.5000  .06613 4         2.925     -7.00   32.95   11.00    45.7  45.0       4
Line conductor card.  5.000E-01  6.613E-02     4  |  2.5000  .06613 4         2.925     -7.00   44.25   22.30    45.7  45.0       4
Line conductor card.  5.000E-01  6.613E-02     4  |  3.5000  .06613 4         2.925    -13.50   32.95   11.00    45.7  45.0       4
Line conductor card.  5.000E-01  6.613E-02     4  |  4.5000  .06613 4         2.925      7.00   32.95   11.00    45.7  45.0       4
Line conductor card.  5.000E-01  6.613E-02     4  |  5.5000  .06613 4         2.925      7.00   44.25   22.30    45.7  45.0       4
Line conductor card.  5.000E-01  6.613E-02     4  |  6.5000  .06613 4         2.925     13.50   32.95   11.00    45.7  45.0       4
Line conductor card.  2.315E-01  3.200E-01     4  |  0.2315 0.32000 4         1.490    -10.70   51.00   32.66
Line conductor card.  2.315E-01  3.200E-01     4  |  0.2315 0.32000 4         1.490     10.70   51.00   32.66
```

```
Blank card terminating conductor cards.           |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.   NUMDCD = 30.                      |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.   NUMDCD = 31.                      |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.   NUMDCD = 32.                      |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.   NUMDCD = 33.                      |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.   NUMDCD = 34.                      |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.   NUMDCD = 35.                      |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.   NUMDCD = 36.                      |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.   NUMDCD = 37.                      |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.   NUMDCD = 38.                      |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.   NUMDCD = 39.                      |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.   NUMDCD = 40.                      |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  1.000E+00  | 1000.       60.00         1    111 111    1   1.00      0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-6.771	18.088	
2	2	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-6.771	29.388	
3	3	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-13.272	18.088	
4	4	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	7.229	18.088	
5	5	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	7.229	29.388	
6	6	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	13.729	18.088	
7	1	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-7.229	18.088	
8	1	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-7.229	18.545	
9	1	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-6.771	18.545	
10	2	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-7.229	29.388	
11	2	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-7.229	29.845	
12	2	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-6.771	29.845	
13	3	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-13.729	18.088	
14	3	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-13.729	18.545	
15	3	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-13.272	18.545	
16	4	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	6.771	18.088	
17	4	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	6.771	18.545	
18	4	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	7.229	18.545	
19	5	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	6.771	29.388	
20	5	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	6.771	29.845	
21	5	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	7.229	29.845	
22	6	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	13.272	18.088	

23	6	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	13.272	18.545
24	6	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	13.729	18.545
25	0	.23150	.32000	4	.000000	1.49000	-10.700	38.773
26	0	.23150	.32000	4	.000000	1.49000	10.700	38.773

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.264108E-08

2 -1.148324E-10 1.259999E-08

3 -2.162788E-10 -9.005958E-11 1.264783E-08

4 -8.015431E-11 -4.715642E-11 -2.675435E-11 1.266517E-08

5 -4.948521E-11 -1.001251E-10 -2.285756E-11 -1.103929E-10 1.259623E-08

6 -2.946440E-11 -2.508679E-11 -1.149163E-11 -2.202049E-10 -1.011328E-10 1.261097E-08

7 -3.678399E-09 -1.089315E-10 -2.860540E-10 -6.241984E-11 -4.031744E-11 -2.353718E-11 1.266517E-08

8 -2.033779E-09 -1.416160E-10 -2.751122E-10 -6.065235E-11 -4.665000E-11 -2.316306E-11 -3.663151E-09 1.266834E-08

9 -3.687059E-09 -1.477664E-10 -2.071338E-10 -7.821338E-11 -5.638447E-11 -2.903790E-11 -2.033881E-09 -3.675045E-09 1.264462E-08

10 -1.121659E-10 -3.731345E-09 -1.022621E-10 -4.031744E-11 -8.254722E-11 -2.163262E-11 -1.103929E-10 -1.435951E-10 -1.449587E-10
1.259623E-08

11 -9.170243E-11 -2.093904E-09 -8.913473E-11 -3.646783E-11 -8.528052E-11 -2.136951E-11 -9.052843E-11 -1.163799E-10 -1.171895E-10
-3.739142E-09 1.258549E-08

12 -9.393919E-11 -3.735442E-09 -7.787132E-11 -4.284979E-11 -1.028448E-10 -2.471821E-11 -8.911732E-11 -1.145051E-10 -1.195276E-10

-2.093982E-09 -3.742182E-09 1.258903E-08

13 -1.717765E-10 -8.736588E-11 -3.701569E-09 -2.353718E-11 -2.163262E-11 -1.051415E-11 -2.202049E-10 -2.114135E-10 -1.643443E-10

-1.011328E-10 -9.027327E-11 -7.743179E-11 1.261097E-08

14 -1.644630E-10 -1.083396E-10 -2.059518E-09 -2.317097E-11 -2.459678E-11 -1.065573E-11 -2.116137E-10 -2.198339E-10 -1.711611E-10

-1.265304E-10 -1.124040E-10 -9.554702E-11 -3.720207E-09 1.260774E-08

15 -2.073943E-10 -1.121926E-10 -3.682762E-09 -2.630008E-11 -2.595363E-11 -1.159653E-11 -2.754644E-10 -2.852195E-10 -2.152129E-10

-1.288315E-10 -1.120014E-10 -9.673563E-11 -2.059780E-09 -3.704163E-09 1.264585E-08

16 -1.035185E-10 -5.779218E-11 -3.365445E-11 -3.678399E-09 -1.121659E-10 -1.717765E-10 -8.015431E-11 -7.808606E-11 -1.012542E-10

-4.948521E-11 -4.412733E-11 -5.182356E-11 -2.946440E-11 -2.900514E-11 -3.309226E-11 1.264108E-08

17 -1.012542E-10 -6.644860E-11 -3.308016E-11 -2.033881E-09 -1.449587E-10 -1.643443E-10 -7.821338E-11 -7.859864E-11 -1.017536E-10

-5.638447E-11 -5.076605E-11 -6.013662E-11 -2.903790E-11 -2.930438E-11 -3.331379E-11 -3.687059E-09 1.264462E-08

18 -7.808606E-11 -5.509709E-11 -2.624035E-11 -3.663151E-09 -1.435951E-10 -2.114135E-10 -6.065235E-11 -6.106796E-11 -7.859864E-11

-4.665000E-11 -4.261652E-11 -5.053667E-11 -2.316306E-11 -2.345543E-11 -2.650717E-11 -2.033779E-09 -3.675045E-09 1.266834E-08

19 -5.779218E-11 -1.226252E-10 -2.662975E-11 -1.089315E-10 -3.731345E-09 -8.736588E-11 -4.715642E-11 -5.509709E-11 -6.644860E-11

-1.001251E-10 -1.029264E-10 -1.253935E-10 -2.508679E-11 -2.866285E-11 -3.038267E-11 -1.148324E-10 -1.477664E-10 -1.416160E-10

 1.259999E-08

20 -5.182356E-11 -1.253935E-10 -2.580354E-11 -8.911732E-11 -2.093982E-09 -7.743179E-11 -4.284979E-11 -5.053667E-11 -6.013662E-11

-1.028448E-10 -1.084511E-10 -1.312909E-10 -2.471821E-11 -2.848761E-11 -2.973583E-11 -9.393919E-11 -1.195276E-10 -1.145051E-10

-3.735442E-09 1.258903E-08

21 -4.412733E-11 -1.029264E-10 -2.217429E-11 -9.052843E-11 -3.739142E-09 -9.027327E-11 -3.646783E-11 -4.261652E-11 -5.076605E-11

-8.528052E-11 -9.053577E-11 -1.084511E-10 -2.136951E-11 -2.452888E-11 -2.545384E-11 -9.170243E-11 -1.171895E-10 -1.163799E-10
-2.093904E-09 -3.742182E-09 1.258549E-08
22 -3.365445E-11 -2.662975E-11 -1.268321E-11 -2.860540E-10 -1.022621E-10 -3.701569E-09 -2.675435E-11 -2.624035E-11 -3.308016E-11
-2.285756E-11 -2.217429E-11 -2.580354E-11 -1.149163E-11 -1.155778E-11 -1.270876E-11 -2.162788E-10 -2.071338E-10 -2.751122E-10
-9.005958E-11 -7.787132E-11 -8.913473E-11 1.264783E-08
23 -3.309226E-11 -3.038267E-11 -1.270876E-11 -2.754644E-10 -1.288315E-10 -2.059780E-09 -2.630008E-11 -2.650717E-11 -3.331379E-11
-2.595363E-11 -2.545384E-11 -2.973583E-11 -1.159653E-11 -1.193168E-11 -1.302291E-11 -2.073943E-10 -2.152129E-10 -2.852195E-10
-1.121926E-10 -9.673563E-11 -1.120014E-10 -3.682762E-09 1.264585E-08
24 -2.900514E-11 -2.866285E-11 -1.155778E-11 -2.116137E-10 -1.265304E-10 -3.720207E-09 -2.317097E-11 -2.345543E-11 -2.930438E-11
-2.459678E-11 -2.452888E-11 -2.848761E-11 -1.065573E-11 -1.104864E-11 -1.193168E-11 -1.644630E-10 -1.711611E-10 -2.198339E-10
-1.083396E-10 -9.554702E-11 -1.124040E-10 -2.059518E-09 -3.704163E-09 1.260774E-08
25 -8.370328E-11 -3.719331E-10 -1.155540E-10 -4.353941E-11 -1.420872E-10 -3.922418E-11 -8.595228E-11 -1.047867E-10 -1.019712E-10
-4.069077E-10 -4.954473E-10 -4.570563E-10 -1.296188E-10 -1.554388E-10 -1.409275E-10 -4.914686E-11 -5.746593E-11 -5.155537E-11
-1.594742E-10 -1.823029E-10 -1.636760E-10 -3.732740E-11 -4.386972E-11 -4.573418E-11 6.663202E-09
26 -4.914686E-11 -1.594742E-10 -3.732740E-11 -8.595228E-11 -4.069077E-10 -1.296188E-10 -4.353941E-11 -5.155537E-11 -5.746593E-11
-1.420872E-10 -1.636760E-10 -1.823029E-10 -3.922418E-11 -4.573418E-11 -4.386972E-11 -8.370328E-11 -1.019712E-10 -1.047867E-10
-3.719331E-10 -4.570563E-10 -4.954473E-10 -1.155540E-10 -1.409275E-10 -1.554388E-10 -4.692015E-10 6.663202E-09

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.307658E-08

```
   2 -1.857148E-09  1.209876E-08

   3 -3.502681E-09 -1.608114E-09  1.265640E-08

   4 -1.282678E-09 -7.986558E-10 -4.490811E-10  1.307658E-08

   5 -7.986558E-10 -1.677042E-09 -4.080744E-10 -1.857148E-09  1.209876E-08

   6 -4.490811E-10 -4.080744E-10 -1.871531E-10 -3.502681E-09 -1.608114E-09  1.265640E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  7.965285E-09
      0.000000E+00

   1 -1.242660E-10  9.475352E-10
      3.140490E-10  1.111024E-09

   2 -1.242660E-10  1.493323E-08  9.475352E-10
     -3.140490E-10  2.551527E-26 -1.111024E-09

   0 -2.152832E-09 -1.887914E-10 -1.887914E-10  7.965285E-09
      0.000000E+00 -5.310074E-10  5.310074E-10  0.000000E+00

   1 -1.887914E-10  2.700260E-11 -4.970205E-10 -1.242660E-10  9.475352E-10
     -5.310074E-10  2.282668E-10 -8.238921E-25  3.140490E-10  1.111024E-09

   2 -1.887914E-10 -4.970205E-10  2.700260E-11 -1.242660E-10  1.493323E-08  9.475352E-10
      5.310074E-10  8.238921E-25 -2.282668E-10 -3.140490E-10  1.693628E-25 -1.111024E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.262454E-01
      9.334791E-01

   2  5.810454E-02  1.257336E-01
```

```
    4.137661E-01  9.340246E-01

 3  5.836165E-02  5.810392E-02  1.262454E-01
    4.551884E-01  4.029903E-01  9.334791E-01

 4  5.835921E-02  5.810165E-02  5.835566E-02  1.262454E-01
    3.973391E-01  3.786997E-01  3.685854E-01  9.334791E-01

 5  5.810165E-02  5.784783E-02  5.809836E-02  5.810454E-02  1.257336E-01
    3.786997E-01  3.978846E-01  3.588563E-01  4.137661E-01  9.340246E-01

 6  5.835566E-02  5.809836E-02  5.835082E-02  5.836165E-02  5.810392E-02  1.262454E-01
    3.685854E-01  3.588563E-01  3.478208E-01  4.551884E-01  4.029903E-01  9.334791E-01

 7  5.836232E-02  5.810454E-02  5.836174E-02  5.835900E-02  5.810146E-02  5.835536E-02  1.262454E-01
    6.553614E-01  4.137044E-01  4.606850E-01  3.949172E-01  3.772147E-01  3.669231E-01  9.334791E-01

 8  5.835182E-02  5.809420E-02  5.835124E-02  5.834851E-02  5.809113E-02  5.834488E-02  5.835182E-02  1.262244E-01
    6.292414E-01  4.168228E-01  4.604811E-01  3.948907E-01  3.783762E-01  3.669162E-01  6.553725E-01  9.335012E-01

 9  5.835182E-02  5.809420E-02  5.835115E-02  5.834871E-02  5.809132E-02  5.834518E-02  5.835182E-02  5.834132E-02  1.262244E-01
    6.553725E-01  4.168898E-01  4.550135E-01  3.973100E-01  3.799081E-01  3.685777E-01  6.292414E-01  6.553835E-01  9.335012E-01

10  5.810454E-02  5.785054E-02  5.810401E-02  5.810146E-02  5.784765E-02  5.809808E-02  5.810454E-02  5.809420E-02  5.809420E-02
    4.137044E-01  6.559069E-01  4.042838E-01  3.772147E-01  3.954627E-01  3.575749E-01  4.137661E-01  4.168898E-01  4.168228E-01

    1.257336E-01
    9.340246E-01

11  5.809420E-02  5.784035E-02  5.809366E-02  5.809113E-02  5.783746E-02  5.808776E-02  5.809420E-02  5.808386E-02  5.808386E-02
    4.107309E-01  6.297868E-01  4.019502E-01  3.760640E-01  3.954361E-01  3.568917E-01  4.107878E-01  4.137881E-01  4.137265E-01

    5.784035E-02  1.257132E-01
    6.559179E-01  9.340466E-01

12  5.809420E-02  5.784035E-02  5.809358E-02  5.809132E-02  5.783764E-02  5.808803E-02  5.809420E-02  5.808386E-02  5.808386E-02
    4.107878E-01  6.559179E-01  4.007334E-01  3.775030E-01  3.978554E-01  3.581493E-01  4.107309E-01  4.137265E-01  4.137881E-01

    5.784035E-02  5.783016E-02  1.257132E-01
```

```
     6.297868E-01  6.559289E-01  9.340466E-01

13   5.836155E-02  5.810383E-02  5.836232E-02  5.835536E-02  5.809808E-02  5.835043E-02  5.836165E-02  5.835115E-02  5.835105E-02
     4.500654E-01  4.016501E-01  6.553614E-01  3.669231E-01  3.575749E-01  3.465554E-01  4.551884E-01  4.550135E-01  4.499141E-01

     5.810392E-02  5.809358E-02  5.809349E-02  1.262454E-01
     4.029903E-01  4.007334E-01  3.994702E-01  9.334791E-01

14   5.835105E-02  5.809349E-02  5.835182E-02  5.834488E-02  5.808776E-02  5.833997E-02  5.835115E-02  5.834066E-02  5.834056E-02
     4.499141E-01  4.038923E-01  6.292414E-01  3.669162E-01  3.582650E-01  3.465560E-01  4.550135E-01  4.552105E-01  4.500875E-01

     5.809358E-02  5.808324E-02  5.808315E-02  5.835182E-02  1.262244E-01
     4.053158E-01  4.030123E-01  4.016722E-01  6.553725E-01  9.335012E-01

15   5.835115E-02  5.809358E-02  5.835182E-02  5.834518E-02  5.808803E-02  5.834035E-02  5.835124E-02  5.834075E-02  5.834066E-02
     4.550135E-01  4.053158E-01  6.553725E-01  3.685777E-01  3.595701E-01  3.478211E-01  4.604811E-01  4.607071E-01  4.552105E-01

     5.809366E-02  5.808333E-02  5.808324E-02  5.835182E-02  5.834132E-02  1.262244E-01
     4.066927E-01  4.043059E-01  4.030123E-01  6.292414E-01  6.553835E-01  9.335012E-01

16   5.835941E-02  5.810184E-02  5.835595E-02  5.836232E-02  5.810454E-02  5.836155E-02  5.835921E-02  5.834871E-02  5.834891E-02
     3.998413E-01  3.801949E-01  3.702852E-01  6.553614E-01  4.137044E-01  4.500654E-01  3.973391E-01  3.973100E-01  3.998095E-01

     5.810165E-02  5.809132E-02  5.809150E-02  5.835566E-02  5.834518E-02  5.834547E-02  1.262454E-01
     3.786997E-01  3.775030E-01  3.789502E-01  3.685854E-01  3.685777E-01  3.702766E-01  9.334791E-01

17   5.834891E-02  5.809150E-02  5.834547E-02  5.835182E-02  5.809420E-02  5.835105E-02  5.834871E-02  5.833823E-02  5.833843E-02
     3.998095E-01  3.814525E-01  3.702766E-01  6.292414E-01  4.168228E-01  4.499141E-01  3.973100E-01  3.973612E-01  3.998635E-01

     5.809132E-02  5.808099E-02  5.808117E-02  5.834518E-02  5.833471E-02  5.833500E-02  5.835182E-02  1.262244E-01
     3.799081E-01  3.787217E-01  3.802169E-01  3.685777E-01  3.686075E-01  3.703073E-01  6.553725E-01  9.335012E-01

18   5.834871E-02  5.809132E-02  5.834518E-02  5.835182E-02  5.809420E-02  5.835115E-02  5.834851E-02  5.833802E-02  5.833823E-02
     3.973100E-01  3.799081E-01  3.685777E-01  6.553725E-01  4.168898E-01  4.550135E-01  3.948907E-01  3.949394E-01  3.973612E-01

     5.809113E-02  5.808080E-02  5.808099E-02  5.834488E-02  5.833441E-02  5.833471E-02  5.835182E-02  5.834132E-02  1.262244E-01
     3.783762E-01  3.772368E-01  3.787217E-01  3.669162E-01  3.669452E-01  3.686075E-01  6.292414E-01  6.553835E-01  9.335012E-01

19   5.810184E-02  5.784801E-02  5.809863E-02  5.810454E-02  5.785054E-02  5.810383E-02  5.810165E-02  5.809132E-02  5.809150E-02
```

	3.801949E-01	4.003868E-01	3.601531E-01	4.137044E-01	6.559069E-01	4.016501E-01	3.786997E-01	3.799081E-01	3.814525E-01
	5.784783E-02	5.783764E-02	5.783782E-02	5.809836E-02	5.808803E-02	5.808830E-02	5.810454E-02	5.809420E-02	5.809420E-02
	3.978846E-01	3.978554E-01	4.003549E-01	3.588563E-01	3.595701E-01	3.608917E-01	4.137661E-01	4.168898E-01	4.168228E-01
	1.257336E-01								
	9.340246E-01								
20	5.809150E-02	5.783782E-02	5.808830E-02	5.809420E-02	5.784035E-02	5.809349E-02	5.809132E-02	5.808099E-02	5.808117E-02
	3.789502E-01	4.003549E-01	3.594212E-01	4.107309E-01	6.297868E-01	3.994702E-01	3.775030E-01	3.787217E-01	3.802169E-01
	5.783764E-02	5.782746E-02	5.782763E-02	5.808803E-02	5.807771E-02	5.807798E-02	5.809420E-02	5.808386E-02	5.808386E-02
	3.978554E-01	3.979066E-01	4.004088E-01	3.581493E-01	3.588784E-01	3.601752E-01	4.107878E-01	4.137881E-01	4.137265E-01
	5.784035E-02	1.257132E-01							
	6.559179E-01	9.340466E-01							
21	5.809132E-02	5.783764E-02	5.808803E-02	5.809420E-02	5.784035E-02	5.809358E-02	5.809113E-02	5.808080E-02	5.808099E-02
	3.775030E-01	3.978554E-01	3.581493E-01	4.107878E-01	6.559179E-01	4.007334E-01	3.760640E-01	3.772368E-01	3.787217E-01
	5.783746E-02	5.782728E-02	5.782746E-02	5.808776E-02	5.807744E-02	5.807771E-02	5.809420E-02	5.808386E-02	5.808386E-02
	3.954361E-01	3.954847E-01	3.979066E-01	3.568917E-01	3.575970E-01	3.588784E-01	4.107309E-01	4.137265E-01	4.137881E-01
	5.784035E-02	5.783016E-02	1.257132E-01						
	6.297868E-01	6.559289E-01	9.340466E-01						
22	5.835595E-02	5.809863E-02	5.835120E-02	5.836174E-02	5.810401E-02	5.836232E-02	5.835566E-02	5.834518E-02	5.834547E-02
	3.702852E-01	3.601531E-01	3.491079E-01	4.606850E-01	4.042838E-01	6.553614E-01	3.685854E-01	3.685777E-01	3.702766E-01
	5.809836E-02	5.808803E-02	5.808830E-02	5.835082E-02	5.834035E-02	5.834073E-02	5.836165E-02	5.835115E-02	5.835124E-02
	3.588563E-01	3.581493E-01	3.594212E-01	3.478208E-01	3.478211E-01	3.491077E-01	4.551884E-01	4.550135E-01	4.604811E-01
	5.810392E-02	5.809358E-02	5.809366E-02	1.262454E-01					
	4.029903E-01	4.007334E-01	4.019502E-01	9.334791E-01					
23	5.834547E-02	5.808830E-02	5.834073E-02	5.835124E-02	5.809366E-02	5.835182E-02	5.834518E-02	5.833471E-02	5.833500E-02
	3.702766E-01	3.608917E-01	3.491077E-01	4.604811E-01	4.066927E-01	6.292414E-01	3.685777E-01	3.686075E-01	3.703073E-01
	5.808803E-02	5.807771E-02	5.807798E-02	5.834035E-02	5.832989E-02	5.833027E-02	5.835115E-02	5.834066E-02	5.834075E-02

```
      3.595701E-01  3.588784E-01  3.601752E-01  3.478211E-01  3.478429E-01  3.491300E-01  4.550135E-01  4.552105E-01  4.607071E-01

      5.809358E-02  5.808324E-02  5.808333E-02  5.835182E-02  1.262244E-01
      4.053158E-01  4.030123E-01  4.043059E-01  6.553725E-01  9.335012E-01

   24 5.834518E-02  5.808803E-02  5.834035E-02  5.835115E-02  5.809358E-02  5.835182E-02  5.834488E-02  5.833441E-02  5.833471E-02
      3.685777E-01  3.595701E-01  3.478211E-01  4.550135E-01  4.053158E-01  6.553725E-01  3.669162E-01  3.669452E-01  3.686075E-01

      5.808776E-02  5.807744E-02  5.807771E-02  5.833997E-02  5.832951E-02  5.832989E-02  5.835105E-02  5.834056E-02  5.834066E-02
      3.582650E-01  3.575970E-01  3.588784E-01  3.465560E-01  3.465775E-01  3.478429E-01  4.499141E-01  4.500875E-01  4.552105E-01

      5.809349E-02  5.808315E-02  5.808324E-02  5.835182E-02  5.834132E-02  1.262244E-01
      4.038923E-01  4.016722E-01  4.030123E-01  6.292414E-01  6.553835E-01  9.335012E-01

   25 5.789312E-02  5.764208E-02  5.789324E-02  5.788884E-02  5.763805E-02  5.788502E-02  5.789316E-02  5.788294E-02  5.788290E-02
      3.670696E-01  4.221768E-01  3.678272E-01  3.472830E-01  3.703317E-01  3.354865E-01  3.673583E-01  3.690066E-01  3.687051E-01

      5.764213E-02  5.763205E-02  5.763200E-02  5.789320E-02  5.788298E-02  5.788302E-02  5.788907E-02  5.787886E-02  5.787863E-02
      4.234289E-01  4.267303E-01  4.253660E-01  3.676058E-01  3.692651E-01  3.694965E-01  3.481058E-01  3.490907E-01  3.482466E-01

      5.763826E-02  5.762819E-02  5.762798E-02  5.788532E-02  5.787512E-02  5.787481E-02  3.775388E-01
      3.718512E-01  3.726730E-01  3.711212E-01  3.363092E-01  3.370299E-01  3.361918E-01  9.780019E-01

   26 5.788907E-02  5.763826E-02  5.788532E-02  5.789316E-02  5.764213E-02  5.789320E-02  5.788884E-02  5.787863E-02  5.787886E-02
      3.481058E-01  3.718512E-01  3.363092E-01  3.673583E-01  4.234289E-01  3.676058E-01  3.472830E-01  3.482466E-01  3.490907E-01

      5.763805E-02  5.762798E-02  5.762819E-02  5.788502E-02  5.787481E-02  5.787512E-02  5.789312E-02  5.788290E-02  5.788294E-02
      3.703317E-01  3.711212E-01  3.726730E-01  3.354865E-01  3.361918E-01  3.370299E-01  3.670696E-01  3.687051E-01  3.690066E-01

      5.764208E-02  5.763200E-02  5.763205E-02  5.789324E-02  5.788302E-02  5.788298E-02  5.743058E-02  3.775388E-01
      4.221768E-01  4.253660E-01  4.267303E-01  3.678272E-01  3.694965E-01  3.692651E-01  3.663418E-01  9.780019E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

    1 7.408669E-02
      5.316777E-01

    2 6.028670E-02  8.154604E-02
```

```
      2.065854E-01  4.882554E-01

   3  5.673066E-02  5.995556E-02  7.342470E-02
      2.713486E-01  1.986150E-01  5.370305E-01

   4  5.683104E-02  5.957382E-02  5.628165E-02  7.408669E-02
      2.112421E-01  1.728904E-01  1.856286E-01  5.316777E-01

   5  5.957382E-02  6.268476E-02  5.879377E-02  6.028670E-02  8.154604E-02
      1.728904E-01  1.708726E-01  1.567243E-01  2.065854E-01  4.882554E-01

   6  5.628165E-02  5.879377E-02  5.570326E-02  5.673066E-02  5.995556E-02  7.342470E-02
      1.856286E-01  1.567243E-01  1.680160E-01  2.713486E-01  1.986150E-01  5.370305E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.943344E-01
      9.700206E-01

   1  3.116050E-02  2.314259E-02
      2.316655E-02 -2.084778E-02

   2 -3.439087E-02  1.736150E-02 -2.347919E-02
      1.642462E-02  2.934715E-01 -2.026507E-02

   0  1.748392E-01  1.776242E-03 -3.928914E-03  1.943344E-01
      5.268724E-01  2.441008E-02  1.847858E-02  9.700206E-01

   1  1.776242E-03  7.968715E-03  1.899346E-04  3.116050E-02  2.314259E-02
      2.441008E-02 -1.205536E-03  1.162916E-02  2.316655E-02 -2.084778E-02

   2 -3.928914E-03  1.899346E-04 -8.389315E-03 -3.439087E-02  1.736150E-02 -2.347919E-02
      1.847858E-02  1.162916E-02 -9.762269E-04  1.642462E-02  2.934715E-01 -2.026507E-02
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.73980E+02	-5.66435E+00	1.47762E-03	2.19800E+05	3.66333E+03	1.94334E-01	9.70021E-01	3.00284E-06
Positive:	2.28518E+02	-1.69281E+00	3.30097E-04	2.93168E+05	4.88613E+03	1.73615E-02	2.93471E-01	5.62969E-06

- SAIDA ATP: CABO CAL 838MCM LT 500KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 C2

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 31-Oct-22  11:40:43   Name of disk plot file is  i51cr.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I51CR.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/04/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT'S 500 KV
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  CIRCUITO SIMPLES FEIXE EXPNADIDO LOTE 1
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X ACAR 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW 13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678   -5.45   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -5.975   36.14   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -7.025   36.14   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678   -7.55   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -7.025   33.56   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -5.975   33.56   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678    0.48   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  35.545  14.485     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  35.545  14.485     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  34.155  13.095     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  34.155  13.095     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.550   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.025   36.14   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   5.975   36.14   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678    5.45   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   5.975   33.56   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.025   33.56   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144  -15.40   44.21   26.28     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400   15.40   44.21   26.16     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.450	20.810	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.480	20.810	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.550	20.810	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.975	22.100	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.025	22.100	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.550	20.810	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.025	19.520	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.975	19.520	
9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	21.505	
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	21.505	

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	20.810
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	20.115
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	20.115
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.025	22.100
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.975	22.100
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.450	20.810
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.975	19.520
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.025	19.520
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-15.400	32.257
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	15.400	32.177

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.023180E-08

2 -1.522721E-10 1.176169E-08

3 -5.157782E-11 -1.246152E-10 1.009416E-08

4 -1.964415E-09 -1.341999E-10 -5.681371E-11 1.022709E-08

5 -1.060872E-09 -9.304444E-11 -4.867741E-11 -2.653659E-09 1.016010E-08

6 -1.016643E-09 -7.245617E-11 -3.818732E-11 -1.093839E-09 -2.066135E-09 1.009331E-08

7 -1.054535E-09 -8.851506E-11 -4.123270E-11 -6.222982E-10 -7.897534E-10 -2.058534E-09 1.017627E-08

8 -1.957697E-09 -1.294256E-10 -4.896653E-11 -7.232754E-10 -6.211712E-10 -1.085703E-09 -2.637525E-09 1.024302E-08

9 -2.034147E-10 -2.441305E-09 -1.241529E-10 -2.099643E-10 -1.426213E-10 -9.519056E-11 -9.600279E-11 -1.394509E-10 1.189895E-08

10 -3.025913E-10 -1.321066E-09 -9.497300E-11 -2.907607E-10 -1.861546E-10 -1.244074E-10 -1.292646E-10 -2.000534E-10 -3.662732E-09
1.189892E-08

11 -3.356993E-10 -1.447336E-09 -7.232061E-11 -2.624155E-10 -1.617709E-10 -1.248063E-10 -1.572064E-10 -2.576005E-10 -1.321074E-09
-2.441327E-09 1.176167E-08

12 -2.984365E-10 -1.318091E-09 -9.001709E-11 -2.006447E-10 -1.291388E-10 -1.193380E-10 -1.755557E-10 -2.803078E-10 -6.509372E-10
-7.988506E-10 -2.438343E-09 1.190578E-08

13 -1.992715E-10 -2.438329E-09 -1.191888E-10 -1.400338E-10 -9.587509E-11 -9.013924E-11 -1.320617E-10 -1.995506E-10 -7.988372E-10
-6.509356E-10 -1.318094E-09 -3.655888E-09 1.190579E-08

14 -6.558010E-11 -1.615512E-10 -2.065129E-09 -8.237569E-11 -6.972446E-11 -4.872284E-11 -4.473333E-11 -5.202945E-11 -1.858639E-10
-1.423765E-10 -9.289364E-11 -9.573795E-11 -1.289682E-10 1.016129E-08

15 -8.268645E-11 -2.622614E-10 -1.093078E-09 -1.009902E-10 -8.246499E-11 -5.692322E-11 -5.312060E-11 -6.425004E-11 -2.905602E-10
-2.098018E-10 -1.341029E-10 -1.399433E-10 -2.005265E-10 -2.652761E-09 1.022775E-08

16 -8.161184E-11 -3.356135E-10 -1.016200E-09 -8.270918E-11 -6.566224E-11 -5.166699E-11 -5.946867E-11 -7.618044E-11 -3.024809E-10
-2.033275E-10 -1.522212E-10 -1.992232E-10 -2.983712E-10 -1.060350E-09 -1.964028E-09 1.023202E-08

17 -7.616372E-11 -2.575163E-10 -1.085295E-09 -6.424231E-11 -5.206722E-11 -4.901676E-11 -6.677457E-11 -8.555189E-11 -1.999435E-10
-1.393610E-10 -1.293715E-10 -1.995004E-10 -2.802431E-10 -6.206884E-10 -7.229147E-10 -1.957488E-09 1.024322E-08

18 -5.941349E-11 -1.570751E-10 -2.057943E-09 -5.305629E-11 -4.471774E-11 -4.124628E-11 -5.390873E-11 -6.674603E-11 -1.290902E-10
-9.585486E-11 -8.842341E-11 -1.319788E-10 -1.754534E-10 -7.890515E-10 -6.217685E-10 -1.054227E-09 -2.637240E-09 1.017668E-08

19 -1.810045E-10 -7.217732E-11 -7.544749E-11 -3.068772E-10 -3.906033E-10 -3.212224E-10 -2.255741E-10 -1.611413E-10 -1.117673E-10
-1.228877E-10 -8.880318E-11 -7.010155E-11 -6.205771E-11 -1.091794E-10 -1.139393E-10 -7.634100E-11 -5.648379E-11 -5.777928E-11
6.172050E-09

20 -8.001893E-11 -9.297031E-11 -3.370306E-10 -1.194378E-10 -1.146191E-10 -7.932523E-11 -6.074319E-11 -5.928801E-11 -1.285995E-10

```
     -1.169592E-10 -7.556293E-11 -6.500909E-11 -7.343327E-11 -4.095776E-10 -3.215496E-10 -1.896752E-10 -1.689970E-10 -2.366828E-10

     -2.869755E-10  6.447905E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.831947E-08

   2 -6.149642E-09  1.772649E-08

   3 -2.219261E-09 -6.144904E-09  1.833879E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  8.452380E-09
      0.000000E+00

   1  7.490925E-10 -1.211360E-09
     -1.311359E-09 -2.092451E-09

   2  7.490925E-10  2.296619E-08 -1.211360E-09
      1.311359E-09 -1.722490E-25  2.092451E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382530E-01
      9.403341E-01

   2  5.823711E-02  1.382530E-01
      4.622400E-01  9.403341E-01

   3  5.823506E-02  5.823689E-02  1.382530E-01
      4.030583E-01  4.489822E-01  9.403341E-01

   4  5.820824E-02  5.820761E-02  5.820546E-02  1.381942E-01
```

```
     5.715045E-01  4.543987E-01  3.997631E-01  9.403965E-01

  5  5.820821E-02  5.820739E-02  5.820502E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
     5.428799E-01  4.434138E-01  3.941731E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

  6  5.823759E-02  5.823666E-02  5.823416E-02  5.820821E-02  5.820824E-02  1.382530E-01
     5.405099E-01  4.393823E-01  3.917680E-01  5.428799E-01  5.715045E-01  9.403341E-01

  7  5.826707E-02  5.826624E-02  5.826383E-02  5.823764E-02  5.823765E-02  5.826711E-02  1.383120E-01
     5.428175E-01  4.433514E-01  3.941107E-01  5.192112E-01  5.249890E-01  5.714421E-01  9.402717E-01

  8  5.826711E-02  5.826647E-02  5.826429E-02  5.823765E-02  5.823764E-02  5.826707E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
     5.714421E-01  4.543363E-01  3.997007E-01  5.249890E-01  5.192112E-01  5.428175E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

  9  5.822131E-02  5.822180E-02  5.822099E-02  5.819183E-02  5.819162E-02  5.822087E-02  5.825042E-02  5.825064E-02  1.382213E-01
     4.647482E-01  6.198197E-01  4.461939E-01  4.583446E-01  4.466753E-01  4.413400E-01  4.441539E-01  4.549693E-01  9.403677E-01

 10  5.822139E-02  5.822179E-02  5.822087E-02  5.819192E-02  5.819172E-02  5.822099E-02  5.825053E-02  5.825073E-02  5.820596E-02
     4.714228E-01  5.961429E-01  4.413400E-01  4.644704E-01  4.518989E-01  4.461939E-01  4.490254E-01  4.605397E-01  6.502698E-01

     1.382213E-01
     9.403677E-01

 11  5.823727E-02  5.823764E-02  5.823666E-02  5.820778E-02  5.820759E-02  5.823689E-02  5.826645E-02  5.826665E-02  5.822179E-02
     4.755556E-01  5.995287E-01  4.393823E-01  4.659930E-01  4.533943E-01  4.489822E-01  4.533319E-01  4.659306E-01  5.961429E-01

     5.822180E-02  1.382530E-01
     6.198197E-01  9.403341E-01

 12  5.825310E-02  5.825351E-02  5.825258E-02  5.822358E-02  5.822338E-02  5.825270E-02  5.828229E-02  5.828250E-02  5.823765E-02
     4.713892E-01  5.961093E-01  4.413064E-01  4.605685E-01  4.490542E-01  4.461603E-01  4.518029E-01  4.643744E-01  5.672060E-01

     5.823765E-02  5.825352E-02  1.382847E-01
     5.716218E-01  6.197861E-01  9.403005E-01

 13  5.825302E-02  5.825352E-02  5.825270E-02  5.822349E-02  5.822327E-02  5.825258E-02  5.828218E-02  5.828240E-02  5.823765E-02
     4.647146E-01  6.197861E-01  4.461603E-01  4.549981E-01  4.441827E-01  4.413064E-01  4.465793E-01  4.582486E-01  5.716218E-01

     5.823765E-02  5.825351E-02  5.826940E-02  1.382847E-01
```

```
     5.672060E-01  5.961093E-01  6.502026E-01  9.403005E-01

14   5.820588E-02  5.820759E-02  5.820824E-02  5.817634E-02  5.817591E-02  5.820502E-02  5.823463E-02  5.823506E-02  5.819172E-02
     4.057966E-01  4.533943E-01  5.715045E-01  4.031207E-01  3.972644E-01  3.941731E-01  3.959518E-01  4.016020E-01  4.518989E-01

     5.819162E-02  5.820739E-02  5.822327E-02  5.822338E-02  1.381942E-01
     4.466753E-01  4.434138E-01  4.441827E-01  4.490542E-01  9.403965E-01

15   5.820626E-02  5.820778E-02  5.820821E-02  5.817673E-02  5.817634E-02  5.820546E-02  5.823506E-02  5.823546E-02  5.819192E-02
     4.123492E-01  4.659930E-01  5.428799E-01  4.094705E-01  4.031207E-01  3.997631E-01  4.016020E-01  4.076906E-01  4.644704E-01

     5.819183E-02  5.820761E-02  5.822349E-02  5.822358E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
     4.583446E-01  4.543987E-01  4.549981E-01  4.605685E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

16   5.823583E-02  5.823727E-02  5.823759E-02  5.820626E-02  5.820588E-02  5.823506E-02  5.826471E-02  5.826509E-02  5.822139E-02
     4.163423E-01  4.755556E-01  5.405099E-01  4.123492E-01  4.057966E-01  4.030583E-01  4.057343E-01  4.122868E-01  4.714228E-01

     5.822131E-02  5.823711E-02  5.825302E-02  5.825310E-02  5.820821E-02  5.820824E-02  1.382530E-01
     4.647482E-01  4.622400E-01  4.647146E-01  4.713892E-01  5.428799E-01  5.715045E-01  9.403341E-01

17   5.826509E-02  5.826665E-02  5.826707E-02  5.823546E-02  5.823506E-02  5.826429E-02  5.829399E-02  5.829440E-02  5.825073E-02
     4.122868E-01  4.659306E-01  5.428175E-01  4.076906E-01  4.016020E-01  3.997007E-01  4.029959E-01  4.093458E-01  4.605397E-01

     5.825064E-02  5.826647E-02  5.828240E-02  5.828250E-02  5.823764E-02  5.823765E-02  5.826711E-02  1.383120E-01
     4.549693E-01  4.543363E-01  4.582486E-01  4.643744E-01  5.192112E-01  5.249890E-01  5.714421E-01  9.402717E-01

18   5.826471E-02  5.826645E-02  5.826711E-02  5.823506E-02  5.823463E-02  5.826383E-02  5.829355E-02  5.829399E-02  5.825053E-02
     4.057343E-01  4.533319E-01  5.714421E-01  4.016020E-01  3.959518E-01  3.941107E-01  3.971396E-01  4.029959E-01  4.490254E-01

     5.825042E-02  5.826624E-02  5.828218E-02  5.828229E-02  5.823765E-02  5.823764E-02  5.826707E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
     4.441539E-01  4.433514E-01  4.465793E-01  4.518029E-01  5.249890E-01  5.192112E-01  5.428175E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

19   5.797702E-02  5.797483E-02  5.797093E-02  5.794820E-02  5.794846E-02  5.797755E-02  5.800644E-02  5.800617E-02  5.795933E-02
     3.917115E-01  3.724721E-01  3.521066E-01  3.985574E-01  4.024185E-01  3.983968E-01  3.912996E-01  3.883832E-01  3.748052E-01

     5.795955E-02  5.797525E-02  5.799077E-02  5.799055E-02  5.794235E-02  5.794300E-02  5.797224E-02  5.800090E-02  5.800024E-02
     3.764180E-01  3.754992E-01  3.730609E-01  3.715815E-01  3.552233E-01  3.581984E-01  3.577854E-01  3.543563E-01  3.516551E-01

     4.289951E+00
```

```
      1.022084E+00

  20  5.797403E-02  5.797705E-02  5.797935E-02  5.794479E-02  5.794414E-02  5.797273E-02  5.800204E-02  5.800269E-02  5.796134E-02
      3.579053E-01  3.756924E-01  3.987537E-01  3.583055E-01  3.553222E-01  3.522095E-01  3.517685E-01  3.544783E-01  3.766036E-01

      5.796113E-02  5.797663E-02  5.799235E-02  5.799257E-02  5.795026E-02  5.794999E-02  5.797881E-02  5.800797E-02  5.800824E-02
      3.749830E-01  3.726501E-01  3.717662E-01  3.732530E-01  4.027703E-01  3.988747E-01  3.920099E-01  3.886875E-01  3.916288E-01

      5.771204E-02  6.777793E-01
      3.385744E-01  9.856778E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.168284E-01
      4.965935E-01

   2  1.042510E-01  1.189763E-01
      3.305227E-01  5.286227E-01

   3  1.052050E-01  1.067865E-01  1.219220E-01
      2.743677E-01  3.204467E-01  4.763889E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.300705E-01
      1.117426E+00

   1 -3.318224E-02 -1.717709E-02
     -9.097007E-03  1.032974E-02

   2  2.939606E-02  1.382809E-02  1.750792E-02
     -6.845557E-03  1.920894E-01  9.730679E-03
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	6.04696E+02	-8.22816E+00	2.39523E-03	1.97687E+05	3.29478E+03	3.30070E-01	1.11743E+00	3.18647E-06
Positive:	1.49143E+02	-2.05875E+00	4.02925E-04	2.92138E+05	4.86897E+03	1.38281E-02	1.92089E-01	8.65805E-06

- SAIDA ATP: CABO CAL 838MCM LT 500KV CAPELINHA 3 – GOVERNADOR VALADARES 6 C1 C2

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  10:52:18   Name of disk plot file is  i52cr.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I52CR.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/04/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT'S 500 KV CAPELINHA - GOVERNADOR VALADARES
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  CIRCUITO SIMPLES FEIXE EXPNADIDO LOTE 1
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X ACAR 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW 13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678   -5.45   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -5.975   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -7.025   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678   -7.55   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -7.025   33.51   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -5.975   33.51   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678    0.48   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  35.495  14.485     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  35.495  14.485     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  34.105  13.095     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  34.105  13.095     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.550   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.025   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   5.975   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678    5.45   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   5.975   33.51   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.025   33.51   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144  -16.30   44.34   26.47     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400   16.30   44.34   26.32     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.   NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.   NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.   NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.   NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.   NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.   NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.   NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.   NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.   NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.   NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.   NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.450	20.793	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.480	20.793	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.550	20.793	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.975	22.083	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.025	22.083	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.550	20.793	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.025	19.503	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.975	19.503	
9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	21.488	
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	21.488	

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	20.793
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	20.098
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	20.098
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.025	22.083
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.975	22.083
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.450	20.793
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.975	19.503
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.025	19.503
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-16.300	32.427
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	16.300	32.327

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.023136E-08

2 -1.525044E-10 1.176153E-08

3 -5.196522E-11 -1.249849E-10 1.009317E-08

4 -1.965223E-09 -1.346110E-10 -5.746295E-11 1.022563E-08

5 -1.061820E-09 -9.350609E-11 -4.934762E-11 -2.655387E-09 1.015804E-08

6 -1.017293E-09 -7.276958E-11 -3.862697E-11 -1.095053E-09 -2.067566E-09 1.009235E-08

7 -1.054922E-09 -8.870671E-11 -4.151318E-11 -6.230473E-10 -7.906260E-10 -2.059089E-09 1.017598E-08

8 -1.957997E-09 -1.295817E-10 -4.921837E-11 -7.238547E-10 -6.218442E-10 -1.086135E-09 -2.637753E-09 1.024285E-08

9 -2.037854E-10 -2.441554E-09 -1.247095E-10 -2.106135E-10 -1.433566E-10 -9.569904E-11 -9.632251E-11 -1.397106E-10 1.189856E-08

10 -3.029780E-10 -1.321312E-09 -9.549348E-11 -2.914430E-10 -1.869356E-10 -1.249496E-10 -1.296038E-10 -2.003255E-10 -3.663110E-09
1.189854E-08

11 -3.359538E-10 -1.447493E-09 -7.264074E-11 -2.628733E-10 -1.622967E-10 -1.251661E-10 -1.574242E-10 -2.577734E-10 -1.321320E-09
-2.441575E-09 1.176151E-08

12 -2.986176E-10 -1.318205E-09 -9.025470E-11 -2.009800E-10 -1.295208E-10 -1.195905E-10 -1.756985E-10 -2.804205E-10 -6.511205E-10
-7.990348E-10 -2.438459E-09 1.190570E-08

13 -1.994429E-10 -2.438446E-09 -1.194477E-10 -1.403483E-10 -9.622873E-11 -9.037172E-11 -1.321937E-10 -1.996563E-10 -7.990223E-10
-6.511190E-10 -1.318208E-09 -3.655965E-09 1.190571E-08

14 -6.616044E-11 -1.620921E-10 -2.066610E-09 -8.333719E-11 -7.072639E-11 -4.939350E-11 -4.517396E-11 -5.242325E-11 -1.866665E-10
-1.431298E-10 -9.336565E-11 -9.609993E-11 -1.293605E-10 1.015916E-08

15 -8.322334E-11 -2.627310E-10 -1.094334E-09 -1.018897E-10 -8.342132E-11 -5.756938E-11 -5.354165E-11 -6.461821E-11 -2.912591E-10
-2.104644E-10 -1.345215E-10 -1.402642E-10 -2.008700E-10 -2.654553E-09 1.022624E-08

16 -8.192288E-11 -3.358736E-10 -1.016870E-09 -8.324341E-11 -6.623670E-11 -5.205074E-11 -5.970880E-11 -7.638628E-11 -3.028755E-10
-2.037043E-10 -1.524567E-10 -1.993973E-10 -2.985561E-10 -1.061330E-09 -1.964863E-09 1.023157E-08

17 -7.636940E-11 -2.576929E-10 -1.085737E-09 -6.460841E-11 -5.245675E-11 -4.926608E-11 -6.691767E-11 -8.567362E-11 -2.002209E-10
-1.396247E-10 -1.295297E-10 -1.996078E-10 -2.803580E-10 -6.213820E-10 -7.235117E-10 -1.957797E-09 1.024304E-08

18 -5.965457E-11 -1.572981E-10 -2.058511E-09 -5.347697E-11 -4.515555E-11 -4.152516E-11 -5.407270E-11 -6.688978E-11 -1.294371E-10
-9.618076E-11 -8.861831E-11 -1.321131E-10 -1.755994E-10 -7.899505E-10 -6.225409E-10 -1.054624E-09 -2.637473E-09 1.017638E-08

19 -1.739837E-10 -6.945861E-11 -7.379547E-11 -2.929463E-10 -3.743305E-10 -3.114390E-10 -2.206492E-10 -1.570712E-10 -1.071210E-10
-1.176008E-10 -8.522262E-11 -6.769828E-11 -6.001213E-11 -1.064530E-10 -1.105394E-10 -7.399689E-11 -5.502637E-11 -5.650074E-11
6.144791E-09

20 -7.750907E-11 -8.920596E-11 -3.269248E-10 -1.157719E-10 -1.116403E-10 -7.751019E-11 -5.935446E-11 -5.772599E-11 -1.230265E-10

```
     -1.120505E-10 -7.269015E-11 -6.285656E-11 -7.091212E-11 -3.926168E-10 -3.069788E-10 -1.823468E-10 -1.648017E-10 -2.316487E-10

     -2.745442E-10  6.418739E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.829098E-08

   2 -6.161960E-09  1.771966E-08

   3 -2.235228E-09 -6.157500E-09  1.830939E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  8.403550E-09
      0.000000E+00

   1  7.451203E-10 -1.213786E-09
     -1.303789E-09 -2.096861E-09

   2  7.451203E-10  2.295824E-08 -1.213786E-09
      1.303789E-09  5.471979E-25  2.096861E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382538E-01
      9.403333E-01

   2  5.823787E-02  1.382538E-01
      4.622392E-01  9.403333E-01

   3  5.823582E-02  5.823765E-02  1.382538E-01
      4.030575E-01  4.489814E-01  9.403333E-01

   4  5.820900E-02  5.820837E-02  5.820622E-02  1.381950E-01
```

```
     5.715037E-01  4.543979E-01  3.997623E-01  9.403957E-01

  5  5.820897E-02  5.820815E-02  5.820578E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     5.428791E-01  4.434130E-01  3.941723E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

  6  5.823835E-02  5.823742E-02  5.823492E-02  5.820897E-02  5.820900E-02  1.382538E-01
     5.405091E-01  4.393815E-01  3.917672E-01  5.428791E-01  5.715037E-01  9.403333E-01

  7  5.826784E-02  5.826700E-02  5.826459E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
     5.428167E-01  4.433506E-01  3.941099E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

  8  5.826787E-02  5.826723E-02  5.826505E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
     5.714413E-01  4.543355E-01  3.996999E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

  9  5.822207E-02  5.822256E-02  5.822175E-02  5.819259E-02  5.819238E-02  5.822163E-02  5.825118E-02  5.825140E-02  1.382221E-01
     4.647474E-01  6.198189E-01  4.461931E-01  4.583438E-01  4.466744E-01  4.413392E-01  4.441531E-01  4.549685E-01  9.403669E-01

 10  5.822215E-02  5.822255E-02  5.822163E-02  5.819268E-02  5.819248E-02  5.822175E-02  5.825129E-02  5.825149E-02  5.820672E-02
     4.714220E-01  5.961421E-01  4.413392E-01  4.644696E-01  4.518981E-01  4.461931E-01  4.490246E-01  4.605389E-01  6.502690E-01

     1.382221E-01
     9.403669E-01

 11  5.823803E-02  5.823840E-02  5.823742E-02  5.820854E-02  5.820835E-02  5.823765E-02  5.826721E-02  5.826741E-02  5.822255E-02
     4.755548E-01  5.995279E-01  4.393815E-01  4.659922E-01  4.533935E-01  4.489814E-01  4.533311E-01  4.659298E-01  5.961421E-01

     5.822256E-02  1.382538E-01
     6.198189E-01  9.403333E-01

 12  5.825386E-02  5.825427E-02  5.825334E-02  5.822434E-02  5.822414E-02  5.825346E-02  5.828305E-02  5.828326E-02  5.823841E-02
     4.713884E-01  5.961085E-01  4.413056E-01  4.605677E-01  4.490534E-01  4.461595E-01  4.518021E-01  4.643736E-01  5.672052E-01

     5.823841E-02  5.825428E-02  1.382855E-01
     5.716210E-01  6.197853E-01  9.402997E-01

 13  5.825378E-02  5.825428E-02  5.825346E-02  5.822425E-02  5.822403E-02  5.825334E-02  5.828295E-02  5.828317E-02  5.823841E-02
     4.647138E-01  6.197853E-01  4.461595E-01  4.549973E-01  4.441819E-01  4.413056E-01  4.465785E-01  4.582478E-01  5.716210E-01

     5.823841E-02  5.825427E-02  5.827016E-02  1.382855E-01
```

```
     5.672052E-01  5.961085E-01  6.502018E-01  9.402997E-01

14   5.820664E-02  5.820835E-02  5.820900E-02  5.817710E-02  5.817667E-02  5.820578E-02  5.823539E-02  5.823582E-02  5.819248E-02
     4.057958E-01  4.533935E-01  5.715037E-01  4.031199E-01  3.972636E-01  3.941723E-01  3.959510E-01  4.016012E-01  4.518981E-01

     5.819238E-02  5.820815E-02  5.822403E-02  5.822414E-02  1.381950E-01
     4.466744E-01  4.434130E-01  4.441819E-01  4.490534E-01  9.403957E-01

15   5.820702E-02  5.820854E-02  5.820897E-02  5.817749E-02  5.817710E-02  5.820622E-02  5.823582E-02  5.823622E-02  5.819268E-02
     4.123484E-01  4.659922E-01  5.428791E-01  4.094697E-01  4.031199E-01  3.997623E-01  4.016012E-01  4.076898E-01  4.644696E-01

     5.819259E-02  5.820837E-02  5.822425E-02  5.822434E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     4.583438E-01  4.543979E-01  4.549973E-01  4.605677E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

16   5.823659E-02  5.823803E-02  5.823835E-02  5.820702E-02  5.820664E-02  5.823582E-02  5.826547E-02  5.826586E-02  5.822215E-02
     4.163415E-01  4.755548E-01  5.405091E-01  4.123484E-01  4.057958E-01  4.030575E-01  4.057334E-01  4.122860E-01  4.714220E-01

     5.822207E-02  5.823787E-02  5.825378E-02  5.825386E-02  5.820897E-02  5.820900E-02  1.382538E-01
     4.647474E-01  4.622392E-01  4.647138E-01  4.713884E-01  5.428791E-01  5.715037E-01  9.403333E-01

17   5.826586E-02  5.826741E-02  5.826784E-02  5.823622E-02  5.823582E-02  5.826505E-02  5.829475E-02  5.829516E-02  5.825149E-02
     4.122860E-01  4.659298E-01  5.428167E-01  4.076898E-01  4.016012E-01  3.996999E-01  4.029951E-01  4.093450E-01  4.605389E-01

     5.825140E-02  5.826723E-02  5.828317E-02  5.828326E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
     4.549685E-01  4.543355E-01  4.582478E-01  4.643736E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

18   5.826547E-02  5.826721E-02  5.826787E-02  5.823582E-02  5.823539E-02  5.826459E-02  5.829431E-02  5.829475E-02  5.825129E-02
     4.057334E-01  4.533311E-01  5.714413E-01  4.016012E-01  3.959510E-01  3.941099E-01  3.971388E-01  4.029951E-01  4.490246E-01

     5.825118E-02  5.826700E-02  5.828295E-02  5.828305E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
     4.441531E-01  4.433506E-01  4.465785E-01  4.518021E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

19   5.797330E-02  5.797097E-02  5.796690E-02  5.794450E-02  5.794480E-02  5.797389E-02  5.800276E-02  5.800247E-02  5.795548E-02
     3.881184E-01  3.692980E-01  3.495391E-01  3.945415E-01  3.983610E-01  3.948104E-01  3.880900E-01  3.851422E-01  3.715038E-01

     5.795571E-02  5.797142E-02  5.798692E-02  5.798669E-02  5.793833E-02  5.793901E-02  5.796825E-02  5.799689E-02  5.799621E-02
     3.730666E-01  3.722398E-01  3.699336E-01  3.684919E-01  3.525268E-01  3.554064E-01  3.550494E-01  3.517675E-01  3.491397E-01

     4.289943E+00
```

```
      1.022092E+00

  20  5.797050E-02  5.797366E-02  5.797614E-02  5.794125E-02  5.794057E-02  5.796914E-02  5.799845E-02  5.799914E-02  5.795795E-02
      3.551908E-01  3.724646E-01  3.952224E-01  3.555329E-01  3.526438E-01  3.496609E-01  3.492740E-01  3.519117E-01  3.732823E-01

      5.795773E-02  5.797322E-02  5.798894E-02  5.798917E-02  5.794704E-02  5.794675E-02  5.797555E-02  5.800472E-02  5.800501E-02
      3.717107E-01  3.695057E-01  3.687075E-01  3.701578E-01  3.987629E-01  3.949042E-01  3.884627E-01  3.854962E-01  3.884731E-01

      5.770345E-02  6.777726E-01
      3.343000E-01  9.856850E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.159879E-01
      4.982348E-01

   2  1.033671E-01  1.180324E-01
      3.323284E-01  5.306067E-01

   3  1.043021E-01  1.058072E-01  1.208919E-01
      2.762919E-01  3.225617E-01  4.786459E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.272884E-01
      1.123284E+00

   1 -3.299176E-02 -1.719594E-02
     -9.309690E-03  1.032284E-02

   2  2.936053E-02  1.381190E-02  1.750990E-02
     -7.118978E-03  1.921018E-01  9.751567E-03
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	6.07708E+02	-8.12220E+00	2.36265E-03	1.97798E+05	3.29663E+03	3.27288E-01	1.12328E+00	3.16806E-06
Positive:	1.49173E+02	-2.05621E+00	4.02371E-04	2.92180E+05	4.86967E+03	1.38119E-02	1.92102E-01	8.65505E-06

- SAIDA ATP: CABO CAL 838MCM LT 500KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  10:52:18   Name of disk plot file is  i52cr.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I52CR.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/04/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT'S 500 KV JOÃO NEIVA - VIANA
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  CIRCUITO SIMPLES FEIXE EXPNADIDO LOTE 1
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X ACAR 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW 13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678   -5.45   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -5.975   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -7.025   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678   -7.55   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -7.025   33.51   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -5.975   33.51   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678    0.48   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  35.495  14.485     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  35.495  14.485     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  34.105  13.095     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  34.105  13.095     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.550   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.025   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   5.975   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678    5.45   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   5.975   33.51   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.025   33.51   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144  -16.30   44.34   26.47     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400   16.30   44.34   26.32     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.450	20.793	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.480	20.793	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.550	20.793	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.975	22.083	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.025	22.083	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.550	20.793	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.025	19.503	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.975	19.503	
9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	21.488	
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	21.488	

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	20.793
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	20.098
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	20.098
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.025	22.083
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.975	22.083
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.450	20.793
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.975	19.503
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.025	19.503
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-16.300	32.427
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	16.300	32.327

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.023136E-08

2 -1.525044E-10 1.176153E-08

3 -5.196522E-11 -1.249849E-10 1.009317E-08

4 -1.965223E-09 -1.346110E-10 -5.746295E-11 1.022563E-08

5 -1.061820E-09 -9.350609E-11 -4.934762E-11 -2.655387E-09 1.015804E-08

6 -1.017293E-09 -7.276958E-11 -3.862697E-11 -1.095053E-09 -2.067566E-09 1.009235E-08

7 -1.054922E-09 -8.870671E-11 -4.151318E-11 -6.230473E-10 -7.906260E-10 -2.059089E-09 1.017598E-08

8 -1.957997E-09 -1.295817E-10 -4.921837E-11 -7.238547E-10 -6.218442E-10 -1.086135E-09 -2.637753E-09 1.024285E-08

9 -2.037854E-10 -2.441554E-09 -1.247095E-10 -2.106135E-10 -1.433566E-10 -9.569904E-11 -9.632251E-11 -1.397106E-10 1.189856E-08

10 -3.029780E-10 -1.321312E-09 -9.549348E-11 -2.914430E-10 -1.869356E-10 -1.249496E-10 -1.296038E-10 -2.003255E-10 -3.663110E-09
1.189854E-08

11 -3.359538E-10 -1.447493E-09 -7.264074E-11 -2.628733E-10 -1.622967E-10 -1.251661E-10 -1.574242E-10 -2.577734E-10 -1.321320E-09
-2.441575E-09 1.176151E-08

12 -2.986176E-10 -1.318205E-09 -9.025470E-11 -2.009800E-10 -1.295208E-10 -1.195905E-10 -1.756985E-10 -2.804205E-10 -6.511205E-10
-7.990348E-10 -2.438459E-09 1.190570E-08

13 -1.994429E-10 -2.438446E-09 -1.194477E-10 -1.403483E-10 -9.622873E-11 -9.037172E-11 -1.321937E-10 -1.996563E-10 -7.990223E-10
-6.511190E-10 -1.318208E-09 -3.655965E-09 1.190571E-08

14 -6.616044E-11 -1.620921E-10 -2.066610E-09 -8.333719E-11 -7.072639E-11 -4.939350E-11 -4.517396E-11 -5.242325E-11 -1.866665E-10
-1.431298E-10 -9.336565E-11 -9.609993E-11 -1.293605E-10 1.015916E-08

15 -8.322334E-11 -2.627310E-10 -1.094334E-09 -1.018897E-10 -8.342132E-11 -5.756938E-11 -5.354165E-11 -6.461821E-11 -2.912591E-10
-2.104644E-10 -1.345215E-10 -1.402642E-10 -2.008700E-10 -2.654553E-09 1.022624E-08

16 -8.192288E-11 -3.358736E-10 -1.016870E-09 -8.324341E-11 -6.623670E-11 -5.205074E-11 -5.970880E-11 -7.638628E-11 -3.028755E-10
-2.037043E-10 -1.524567E-10 -1.993973E-10 -2.985561E-10 -1.061330E-09 -1.964863E-09 1.023157E-08

17 -7.636940E-11 -2.576929E-10 -1.085737E-09 -6.460841E-11 -5.245675E-11 -4.926608E-11 -6.691767E-11 -8.567362E-11 -2.002209E-10
-1.396247E-10 -1.295297E-10 -1.996078E-10 -2.803580E-10 -6.213820E-10 -7.235117E-10 -1.957797E-09 1.024304E-08

18 -5.965457E-11 -1.572981E-10 -2.058511E-09 -5.347697E-11 -4.515555E-11 -4.152516E-11 -5.407270E-11 -6.688978E-11 -1.294371E-10
-9.618076E-11 -8.861831E-11 -1.321131E-10 -1.755994E-10 -7.899505E-10 -6.225409E-10 -1.054624E-09 -2.637473E-09 1.017638E-08

19 -1.739837E-10 -6.945861E-11 -7.379547E-11 -2.929463E-10 -3.743305E-10 -3.114390E-10 -2.206492E-10 -1.570712E-10 -1.071210E-10
-1.176008E-10 -8.522262E-11 -6.769828E-11 -6.001213E-11 -1.064530E-10 -1.105394E-10 -7.399689E-11 -5.502637E-11 -5.650074E-11
6.144791E-09

20 -7.750907E-11 -8.920596E-11 -3.269248E-10 -1.157719E-10 -1.116403E-10 -7.751019E-11 -5.935446E-11 -5.772599E-11 -1.230265E-10

```
     -1.120505E-10 -7.269015E-11 -6.285656E-11 -7.091212E-11 -3.926168E-10 -3.069788E-10 -1.823468E-10 -1.648017E-10 -2.316487E-10

     -2.745442E-10  6.418739E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.829098E-08

   2 -6.161960E-09  1.771966E-08

   3 -2.235228E-09 -6.157500E-09  1.830939E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  8.403550E-09
      0.000000E+00

   1  7.451203E-10 -1.213786E-09
     -1.303789E-09 -2.096861E-09

   2  7.451203E-10  2.295824E-08 -1.213786E-09
      1.303789E-09  5.471979E-25  2.096861E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382538E-01
      9.403333E-01

   2  5.823787E-02  1.382538E-01
      4.622392E-01  9.403333E-01

   3  5.823582E-02  5.823765E-02  1.382538E-01
      4.030575E-01  4.489814E-01  9.403333E-01

   4  5.820900E-02  5.820837E-02  5.820622E-02  1.381950E-01
```

```
     5.715037E-01  4.543979E-01  3.997623E-01  9.403957E-01

  5  5.820897E-02  5.820815E-02  5.820578E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     5.428791E-01  4.434130E-01  3.941723E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

  6  5.823835E-02  5.823742E-02  5.823492E-02  5.820897E-02  5.820900E-02  1.382538E-01
     5.405091E-01  4.393815E-01  3.917672E-01  5.428791E-01  5.715037E-01  9.403333E-01

  7  5.826784E-02  5.826700E-02  5.826459E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
     5.428167E-01  4.433506E-01  3.941099E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

  8  5.826787E-02  5.826723E-02  5.826505E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
     5.714413E-01  4.543355E-01  3.996999E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

  9  5.822207E-02  5.822256E-02  5.822175E-02  5.819259E-02  5.819238E-02  5.822163E-02  5.825118E-02  5.825140E-02  1.382221E-01
     4.647474E-01  6.198189E-01  4.461931E-01  4.583438E-01  4.466744E-01  4.413392E-01  4.441531E-01  4.549685E-01  9.403669E-01

 10  5.822215E-02  5.822255E-02  5.822163E-02  5.819268E-02  5.819248E-02  5.822175E-02  5.825129E-02  5.825149E-02  5.820672E-02
     4.714220E-01  5.961421E-01  4.413392E-01  4.644696E-01  4.518981E-01  4.461931E-01  4.490246E-01  4.605389E-01  6.502690E-01

     1.382221E-01
     9.403669E-01

 11  5.823803E-02  5.823840E-02  5.823742E-02  5.820854E-02  5.820835E-02  5.823765E-02  5.826721E-02  5.826741E-02  5.822255E-02
     4.755548E-01  5.995279E-01  4.393815E-01  4.659922E-01  4.533935E-01  4.489814E-01  4.533311E-01  4.659298E-01  5.961421E-01

     5.822256E-02  1.382538E-01
     6.198189E-01  9.403333E-01

 12  5.825386E-02  5.825427E-02  5.825334E-02  5.822434E-02  5.822414E-02  5.825346E-02  5.828305E-02  5.828326E-02  5.823841E-02
     4.713884E-01  5.961085E-01  4.413056E-01  4.605677E-01  4.490534E-01  4.461595E-01  4.518021E-01  4.643736E-01  5.672052E-01

     5.823841E-02  5.825428E-02  1.382855E-01
     5.716210E-01  6.197853E-01  9.402997E-01

 13  5.825378E-02  5.825428E-02  5.825346E-02  5.822425E-02  5.822403E-02  5.825334E-02  5.828295E-02  5.828317E-02  5.823841E-02
     4.647138E-01  6.197853E-01  4.461595E-01  4.549973E-01  4.441819E-01  4.413056E-01  4.465785E-01  4.582478E-01  5.716210E-01

     5.823841E-02  5.825427E-02  5.827016E-02  1.382855E-01
```

```
     5.672052E-01  5.961085E-01  6.502018E-01  9.402997E-01

14   5.820664E-02  5.820835E-02  5.820900E-02  5.817710E-02  5.817667E-02  5.820578E-02  5.823539E-02  5.823582E-02  5.819248E-02
     4.057958E-01  4.533935E-01  5.715037E-01  4.031199E-01  3.972636E-01  3.941723E-01  3.959510E-01  4.016012E-01  4.518981E-01

     5.819238E-02  5.820815E-02  5.822403E-02  5.822414E-02  1.381950E-01
     4.466744E-01  4.434130E-01  4.441819E-01  4.490534E-01  9.403957E-01

15   5.820702E-02  5.820854E-02  5.820897E-02  5.817749E-02  5.817710E-02  5.820622E-02  5.823582E-02  5.823622E-02  5.819268E-02
     4.123484E-01  4.659922E-01  5.428791E-01  4.094697E-01  4.031199E-01  3.997623E-01  4.016012E-01  4.076898E-01  4.644696E-01

     5.819259E-02  5.820837E-02  5.822425E-02  5.822434E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     4.583438E-01  4.543979E-01  4.549973E-01  4.605677E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

16   5.823659E-02  5.823803E-02  5.823835E-02  5.820702E-02  5.820664E-02  5.823582E-02  5.826547E-02  5.826586E-02  5.822215E-02
     4.163415E-01  4.755548E-01  5.405091E-01  4.123484E-01  4.057958E-01  4.030575E-01  4.057334E-01  4.122860E-01  4.714220E-01

     5.822207E-02  5.823787E-02  5.825378E-02  5.825386E-02  5.820897E-02  5.820900E-02  1.382538E-01
     4.647474E-01  4.622392E-01  4.647138E-01  4.713884E-01  5.428791E-01  5.715037E-01  9.403333E-01

17   5.826586E-02  5.826741E-02  5.826784E-02  5.823622E-02  5.823582E-02  5.826505E-02  5.829475E-02  5.829516E-02  5.825149E-02
     4.122860E-01  4.659298E-01  5.428167E-01  4.076898E-01  4.016012E-01  3.996999E-01  4.029951E-01  4.093450E-01  4.605389E-01

     5.825140E-02  5.826723E-02  5.828317E-02  5.828326E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
     4.549685E-01  4.543355E-01  4.582478E-01  4.643736E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

18   5.826547E-02  5.826721E-02  5.826787E-02  5.823582E-02  5.823539E-02  5.826459E-02  5.829431E-02  5.829475E-02  5.825129E-02
     4.057334E-01  4.533311E-01  5.714413E-01  4.016012E-01  3.959510E-01  3.941099E-01  3.971388E-01  4.029951E-01  4.490246E-01

     5.825118E-02  5.826700E-02  5.828295E-02  5.828305E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
     4.441531E-01  4.433506E-01  4.465785E-01  4.518021E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

19   5.797330E-02  5.797097E-02  5.796690E-02  5.794450E-02  5.794480E-02  5.797389E-02  5.800276E-02  5.800247E-02  5.795548E-02
     3.881184E-01  3.692980E-01  3.495391E-01  3.945415E-01  3.983610E-01  3.948104E-01  3.880900E-01  3.851422E-01  3.715038E-01

     5.795571E-02  5.797142E-02  5.798692E-02  5.798669E-02  5.793833E-02  5.793901E-02  5.796825E-02  5.799689E-02  5.799621E-02
     3.730666E-01  3.722398E-01  3.699336E-01  3.684919E-01  3.525268E-01  3.554064E-01  3.550494E-01  3.517675E-01  3.491397E-01

     4.289943E+00
```

```
      1.022092E+00

  20  5.797050E-02  5.797366E-02  5.797614E-02  5.794125E-02  5.794057E-02  5.796914E-02  5.799845E-02  5.799914E-02  5.795795E-02
      3.551908E-01  3.724646E-01  3.952224E-01  3.555329E-01  3.526438E-01  3.496609E-01  3.492740E-01  3.519117E-01  3.732823E-01

      5.795773E-02  5.797322E-02  5.798894E-02  5.798917E-02  5.794704E-02  5.794675E-02  5.797555E-02  5.800472E-02  5.800501E-02
      3.717107E-01  3.695057E-01  3.687075E-01  3.701578E-01  3.987629E-01  3.949042E-01  3.884627E-01  3.854962E-01  3.884731E-01

      5.770345E-02  6.777726E-01
      3.343000E-01  9.856850E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.159879E-01
      4.982348E-01

   2  1.033671E-01  1.180324E-01
      3.323284E-01  5.306067E-01

   3  1.043021E-01  1.058072E-01  1.208919E-01
      2.762919E-01  3.225617E-01  4.786459E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.272884E-01
      1.123284E+00

   1 -3.299176E-02 -1.719594E-02
     -9.309690E-03  1.032284E-02

   2  2.936053E-02  1.381190E-02  1.750990E-02
     -7.118978E-03  1.921018E-01  9.751567E-03
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	6.07708E+02	-8.12220E+00	2.36265E-03	1.97798E+05	3.29663E+03	3.27288E-01	1.12328E+00	3.16806E-06
Positive:	1.49173E+02	-2.05621E+00	4.02371E-04	2.92180E+05	4.86967E+03	1.38119E-02	1.92102E-01	8.65505E-06

- SAIDA ATP: CABO CAL 998MCM VIANA 2 VIANA C3 CS

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  10:58:34   Name of disk plot file is  998cs.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:998CS.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 25/08/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  CLIENTE:COBRA/CTEEP
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  ELABORADO:ENGEPRO
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  PB LEILAO 01/2022 - LOTE 3
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CIRCUITO SIMPLES LT 345 KV VIANA 2 - VIANA
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  CONDUTOR : CAL (2 X 998 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  PARA-RAIO : 2 X OPGW 14,9
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  6.613E-02     4  |  1.5000  .06613 4         2.925     -6.00   27.12    9.00    45.7  00.0       2
Line conductor card.  5.000E-01  6.613E-02     4  |  2.5000  .06613 4         2.925      0.00   31.74   13.62    45.7  00.0       2
Line conductor card.  5.000E-01  6.613E-02     4  |  3.5000  .06613 4         2.925      6.00   27.12    9.00    45.7  00.0       2
Line conductor card.  2.315E-01  3.200E-01     4  |  0.2315 0.32000 4         1.490     -3.90   35.60   20.67
Line conductor card.  2.315E-01  3.200E-01     4  |  0.2315 0.32000 4         1.490      3.90   35.60   20.67
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.   NUMDCD = 27.                     |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.   NUMDCD = 28.                     |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
```

```
Comment card.   NUMDCD = 29.                        |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.   NUMDCD = 30.                        |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.   NUMDCD = 31.                        |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.   NUMDCD = 32.                        |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.   NUMDCD = 33.                        |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.   NUMDCD = 34.                        |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.   NUMDCD = 35.                        |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.   NUMDCD = 36.                        |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.   NUMDCD = 37.                        |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  1.000E+00  | 1000.       60.00         1    111 111    1   1.00      0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance X-type	data specification X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-6.229	15.040	
2	2	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-0.229	19.660	
3	3	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	5.771	15.040	
4	1	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-5.771	15.040	
5	2	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	0.229	19.660	
6	3	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	6.229	15.040	
7	0	.23150	.32000	4	.000000	1.49000	-3.900	25.647	
8	0	.23150	.32000	4	.000000	1.49000	3.900	25.647	

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```
   1  1.065684E-08

   2 -4.844672E-10  1.078923E-08

   3 -2.403972E-10 -4.684627E-10  1.069626E-08

   4 -5.488180E-09 -5.447990E-10 -2.773990E-10  1.069626E-08

   5 -4.148577E-10 -5.376851E-09 -5.447990E-10 -4.684627E-10  1.078923E-08
```

```
   6 -2.098171E-10 -4.148577E-10 -5.488180E-09 -2.403972E-10 -4.844672E-10  1.065684E-08

   7 -4.736947E-10 -7.573963E-10 -2.535992E-10 -4.597973E-10 -6.837495E-10 -2.452940E-10  7.015003E-09

   8 -2.452940E-10 -6.837495E-10 -4.597973E-10 -2.535992E-10 -7.573963E-10 -4.736947E-10 -1.015700E-09  7.015003E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.037673E-08

   2 -1.912587E-09  1.082475E-08

   3 -9.680105E-10 -1.912587E-09  1.037673E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  7.330618E-09
      0.000000E+00

   1  8.275933E-11 -3.895287E-10
     -1.433434E-10 -6.746836E-10

   2  8.275933E-11  1.212380E-08 -3.895287E-10
      1.433434E-10 -2.677011E-27  6.746836E-10

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.263861E-01
      9.333314E-01

   2  5.839572E-02  1.261733E-01
      4.436366E-01  9.335552E-01

   3  5.850066E-02  5.839572E-02  1.263861E-01
      4.088139E-01  4.436366E-01  9.333314E-01
```

```
   4  5.850307E-02  5.839580E-02  5.850084E-02  1.263861E-01
      6.552137E-01  4.472746E-01  4.117414E-01  9.333314E-01

   5  5.839563E-02  5.829021E-02  5.839580E-02  5.839572E-02  1.261733E-01
      4.400684E-01  6.554375E-01  4.472746E-01  4.436366E-01  9.335552E-01

   6  5.850048E-02  5.839563E-02  5.850307E-02  5.850066E-02  5.839572E-02  1.263861E-01
      4.059958E-01  4.400684E-01  6.552137E-01  4.088139E-01  4.436366E-01  9.333314E-01

   7  5.825888E-02  5.815354E-02  5.825752E-02  5.825891E-02  5.815348E-02  5.825738E-02  3.781208E-01
      4.166018E-01  4.495760E-01  3.955647E-01  4.172205E-01  4.469452E-01  3.939445E-01  9.773713E-01

   8  5.825738E-02  5.815348E-02  5.825891E-02  5.825752E-02  5.815354E-02  5.825888E-02  5.801746E-02  3.781208E-01
      3.939445E-01  4.469452E-01  4.172205E-01  3.955647E-01  4.495760E-01  4.166018E-01  4.418069E-01  9.773713E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  9.559623E-02
      5.674854E-01

   2  6.502816E-02  1.032801E-01
      1.940859E-01  5.194519E-01

   3  6.123643E-02  6.502816E-02  9.559623E-02
      1.827857E-01  1.940859E-01  5.674854E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  2.256860E-01
      9.321126E-01

   1  8.691410E-03 -2.040698E-02
      9.434946E-03  1.174333E-02

   2 -1.251661E-02  3.439327E-02  2.037351E-02
      2.809509E-03  3.611551E-01  1.180129E-02
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.89093E+02	-6.80535E+00	1.67562E-03	2.33210E+05	3.88683E+03	2.25686E-01	9.32113E-01	2.76358E-06
Positive:	2.81736E+02	-2.71997E+00	5.30769E-04	2.93095E+05	4.88492E+03	3.43933E-02	3.61155E-01	4.57057E-06

ANEXO 1B – SAIDAS DE ATP PARA DEMAIS ESTRUTURAS DA SERIE DE FEIXE EXPANDIDO PARA VALIDAÇÃO DE POTÊNCIA CARACTERISITCA (SIL)

SERIE P/ LT 500 KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 - I51

- **ESTRUTURA DE SUSPENSÃO LEVE – I51SL**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:00:48   Name of disk plot file is  i51sl.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
--------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.   |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                 0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                 01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
--------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I51SL.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/04/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT 500 KV JANAUBA 6 - CAPELINHA 3 C1 E C2
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  CIRCUITO SIMPLES AUTOPORTANTE DELTA
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X ACAR 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW 13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -11.25   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -11.775   36.14   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -12.825   36.14   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -13.350   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -12.825   33.56   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -11.775   33.56   12.50     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678    0.48  34.850  13.790     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  35.545  14.485     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  35.545  14.485     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48  34.850  13.790     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  34.155  13.095     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  34.155  13.095     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  11.250   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  11.775   36.14   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  12.825   36.14   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   13.35   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  12.825   33.56   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  11.775   33.56   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144 -11.600  46.777  28.847     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400  11.600  46.777  28.727     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.250	20.810	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.480	20.810	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.250	20.810	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.775	22.100	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.825	22.100	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-13.350	20.810	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.825	19.520	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.775	19.520	

9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	21.505
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	21.505
11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	20.810
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	20.115
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	20.115
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.775	22.100
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	12.825	22.100
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	13.350	20.810
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	12.825	19.520
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.775	19.520
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-11.600	34.824
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	11.600	34.744

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1	1.010679E-08								
2	-9.455880E-11	1.167679E-08							
3	-4.050421E-11	-1.559541E-10	1.010731E-08						
4	-2.066414E-09	-8.791103E-11	-4.122679E-11	1.014407E-08					
5	-1.128051E-09	-6.558914E-11	-3.368180E-11	-2.709045E-09	1.012083E-08				
6	-1.070381E-09	-5.196519E-11	-2.655906E-11	-1.139032E-09	-2.099221E-09	1.006552E-08			
7	-1.121203E-09	-6.113935E-11	-2.881143E-11	-6.776701E-10	-8.285236E-10	-2.090317E-09	1.013855E-08		
8	-2.059739E-09	-8.331739E-11	-3.613411E-11	-8.067661E-10	-6.769958E-10	-1.130590E-09	-2.692823E-09	1.015911E-08	
9	-1.194238E-10	-2.526396E-09	-1.533445E-10	-1.183807E-10	-8.824490E-11	-6.552293E-11	-7.133581E-11	-9.740105E-11	1.181120E-08
10	-1.536260E-10	-1.397208E-09	-1.191915E-10	-1.484832E-10	-1.081057E-10	-8.038056E-11	-8.926438E-11	-1.247393E-10	-3.745549E-09

1.181116E-08

11 -1.561819E-10 -1.515894E-09 -9.440786E-11 -1.395965E-10 -9.952108E-11 -7.854733E-11 -9.489144E-11 -1.348653E-10 -1.397228E-09
-2.526452E-09 1.167674E-08

12 -1.494839E-10 -1.393736E-09 -1.151639E-10 -1.254816E-10 -8.977654E-11 -7.602335E-11 -9.842944E-11 -1.387835E-10 -7.320153E-10
-8.848215E-10 -2.522964E-09 1.181891E-08

13 -1.153070E-10 -2.522927E-09 -1.493034E-10 -9.809897E-11 -7.179557E-11 -6.122056E-11 -7.871842E-11 -1.087911E-10 -8.847877E-10
-7.320121E-10 -1.393746E-09 -3.737810E-09 1.181893E-08

14 -4.118143E-11 -1.392324E-10 -2.065613E-09 -4.501531E-11 -3.767669E-11 -2.843624E-11 -2.835781E-11 -3.464270E-11 -1.480290E-10
-1.179981E-10 -8.765848E-11 -9.786258E-11 -1.251909E-10 1.014530E-08

15 -3.360697E-11 -9.913499E-11 -1.127220E-09 -3.763390E-11 -3.215452E-11 -2.421759E-11 -2.350224E-11 -2.808928E-11 -1.076218E-10
-8.783276E-11 -6.531484E-11 -7.154055E-11 -8.946706E-11 -2.707770E-09 1.012215E-08

16 -2.651109E-11 -7.827907E-11 -1.069801E-09 -2.841291E-11 -2.422435E-11 -1.891594E-11 -1.936478E-11 -2.331772E-11 -8.004477E-11
-6.523760E-11 -5.177562E-11 -6.104404E-11 -7.580850E-11 -1.138142E-09 -2.098300E-09 1.006617E-08

17 -2.879528E-11 -9.470630E-11 -1.120792E-09 -2.836884E-11 -2.353566E-11 -1.938475E-11 -2.181767E-11 -2.704613E-11 -8.903413E-11
-7.114307E-11 -6.101270E-11 -7.859940E-11 -9.828193E-11 -6.770369E-10 -8.278672E-10 -2.089859E-09 1.013887E-08

18 -3.613967E-11 -1.347005E-10 -2.059359E-09 -3.468440E-11 -2.815284E-11 -2.335898E-11 -2.706233E-11 -3.416318E-11 -1.245360E-10
-9.723435E-11 -8.320953E-11 -1.086885E-10 -1.386531E-10 -8.061805E-10 -6.763876E-10 -1.130165E-09 -2.692522E-09 1.015939E-08

19 -2.579285E-10 -1.166356E-10 -8.938896E-11 -3.874571E-10 -4.002975E-10 -2.842389E-10 -2.061037E-10 -1.919282E-10 -1.676428E-10
-1.835692E-10 -1.414703E-10 -1.161082E-10 -1.040058E-10 -1.140479E-10 -1.039284E-10 -7.495797E-11 -6.257663E-11 -6.826135E-11
6.222418E-09

```
  20 -9.420299E-11 -1.485681E-10 -2.709634E-10 -1.203404E-10 -1.097617E-10 -7.912660E-11 -6.597839E-11 -7.191322E-11 -1.927608E-10

     -1.760548E-10 -1.225177E-10 -1.092592E-10 -1.219537E-10 -4.071409E-10 -4.204652E-10 -2.983396E-10 -2.162680E-10 -2.014966E-10

     -4.458952E-10  6.502958E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.614134E-08

   2 -3.624903E-09  1.478664E-08

   3 -1.074689E-09 -3.616238E-09  1.616516E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.015383E-08
      0.000000E+00

   1  6.439586E-10 -6.224836E-10
     -1.134128E-09 -1.074422E-09

   2  6.439586E-10  1.846966E-08 -6.224836E-10
      1.134128E-09 -2.744355E-25  1.074422E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382530E-01
      9.403341E-01

   2  5.823554E-02  1.382530E-01
      4.108092E-01  9.403341E-01

   3  5.822993E-02  5.823587E-02  1.382530E-01
      3.616985E-01  4.172470E-01  9.403341E-01
   4  5.820824E-02  5.820596E-02  5.820023E-02  1.381942E-01
```

```
    5.715045E-01  4.071237E-01  3.598725E-01  9.403965E-01

 5  5.820821E-02  5.820555E-02  5.819948E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
    5.428799E-01  4.009883E-01  3.565205E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

 6  5.823759E-02  5.823472E-02  5.822843E-02  5.820821E-02  5.820824E-02  1.382530E-01
    5.405099E-01  3.983920E-01  3.549710E-01  5.428799E-01  5.715045E-01  9.403341E-01

 7  5.826707E-02  5.826438E-02  5.825820E-02  5.823764E-02  5.823765E-02  5.826711E-02  1.383120E-01
    5.428175E-01  4.009259E-01  3.564581E-01  5.192112E-01  5.249890E-01  5.714421E-01  9.402717E-01

 8  5.826711E-02  5.826479E-02  5.825896E-02  5.823765E-02  5.823764E-02  5.826707E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
    5.714421E-01  4.070613E-01  3.598102E-01  5.249890E-01  5.192112E-01  5.428175E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

 9  5.821979E-02  5.822180E-02  5.821995E-02  5.819023E-02  5.818984E-02  5.821898E-02  5.824861E-02  5.824901E-02  1.382213E-01
    4.122143E-01  6.198197E-01  4.154863E-01  4.089235E-01  4.026234E-01  3.996025E-01  4.017794E-01  4.079390E-01  9.403677E-01

10  5.821995E-02  5.822179E-02  5.821979E-02  5.819041E-02  5.819003E-02  5.821918E-02  5.824880E-02  5.824919E-02  5.820596E-02
    4.154863E-01  5.961429E-01  4.122143E-01  4.120535E-01  4.054982E-01  4.023627E-01  4.045930E-01  4.109903E-01  6.502698E-01

    1.382213E-01
    9.403677E-01

11  5.823587E-02  5.823764E-02  5.823554E-02  5.820630E-02  5.820593E-02  5.823511E-02  5.826476E-02  5.826514E-02  5.822179E-02
    4.172470E-01  5.995287E-01  4.108092E-01  4.132010E-01  4.065780E-01  4.038161E-01  4.065156E-01  4.131386E-01  5.961429E-01

    5.822180E-02  1.382530E-01
    6.198197E-01  9.403341E-01

12  5.825165E-02  5.825351E-02  5.825148E-02  5.822205E-02  5.822167E-02  5.825087E-02  5.828055E-02  5.828094E-02  5.823765E-02
    4.154527E-01  5.961093E-01  4.121807E-01  4.110191E-01  4.046217E-01  4.023291E-01  4.054022E-01  4.119575E-01  5.672060E-01

    5.823765E-02  5.825352E-02  1.382847E-01
    5.716218E-01  6.197861E-01  9.403005E-01

13  5.825148E-02  5.825352E-02  5.825165E-02  5.822188E-02  5.822147E-02  5.825067E-02  5.828035E-02  5.828076E-02  5.823765E-02
    4.121807E-01  6.197861E-01  4.154527E-01  4.079678E-01  4.018081E-01  3.995689E-01  4.025274E-01  4.088275E-01  5.716218E-01
    5.823765E-02  5.825351E-02  5.826940E-02  1.382847E-01
    5.672060E-01  5.961093E-01  6.502026E-01  9.403005E-01
```

```
14  5.820023E-02  5.820630E-02  5.820824E-02  5.817057E-02  5.816981E-02  5.819871E-02  5.822843E-02  5.822920E-02  5.819041E-02
    3.598725E-01  4.132010E-01  5.715045E-01  3.583221E-01  3.550333E-01  3.533108E-01  3.545586E-01  3.578099E-01  4.120535E-01

    5.819023E-02  5.820596E-02  5.822188E-02  5.822205E-02  1.381942E-01
    4.089235E-01  4.071237E-01  4.079678E-01  4.110191E-01  9.403965E-01

15  5.819948E-02  5.820593E-02  5.820821E-02  5.816981E-02  5.816903E-02  5.819790E-02  5.822763E-02  5.822843E-02  5.819003E-02
    3.565205E-01  4.065780E-01  5.428799E-01  3.550333E-01  3.518821E-01  3.502319E-01  3.514402E-01  3.545586E-01  4.054982E-01

    5.818984E-02  5.820555E-02  5.822147E-02  5.822167E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
    4.026234E-01  4.009883E-01  4.018081E-01  4.046217E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

16  5.822843E-02  5.823511E-02  5.823759E-02  5.819871E-02  5.819790E-02  5.822680E-02  5.825660E-02  5.825742E-02  5.821918E-02
    3.549710E-01  4.038161E-01  5.405099E-01  3.533108E-01  3.502319E-01  3.487949E-01  3.501695E-01  3.532484E-01  4.023627E-01

    5.821898E-02  5.823472E-02  5.825067E-02  5.825087E-02  5.820821E-02  5.820824E-02  1.382530E-01
    3.996025E-01  3.983920E-01  3.995689E-01  4.023291E-01  5.428799E-01  5.715045E-01  9.403341E-01

17  5.825820E-02  5.826476E-02  5.826707E-02  5.822843E-02  5.822763E-02  5.825660E-02  5.828643E-02  5.828724E-02  5.824880E-02
    3.564581E-01  4.065156E-01  5.428175E-01  3.545586E-01  3.514402E-01  3.501695E-01  3.517573E-01  3.549086E-01  4.045930E-01

    5.824861E-02  5.826438E-02  5.828035E-02  5.828055E-02  5.823764E-02  5.823765E-02  5.826711E-02  1.383120E-01
    4.017794E-01  4.009259E-01  4.025274E-01  4.054022E-01  5.192112E-01  5.249890E-01  5.714421E-01  9.402717E-01

18  5.825896E-02  5.826514E-02  5.826711E-02  5.822920E-02  5.822843E-02  5.825742E-02  5.828724E-02  5.828802E-02  5.824919E-02
    3.598102E-01  4.131386E-01  5.714421E-01  3.578099E-01  3.545586E-01  3.532484E-01  3.549086E-01  3.581973E-01  4.109903E-01

    5.824901E-02  5.826479E-02  5.828076E-02  5.828094E-02  5.823765E-02  5.823764E-02  5.826707E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
    4.079390E-01  4.070613E-01  4.088275E-01  4.119575E-01  5.249890E-01  5.192112E-01  5.428175E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

19  5.792082E-02  5.791877E-02  5.791349E-02  5.789194E-02  5.789192E-02  5.792078E-02  5.794973E-02  5.794975E-02  5.790329E-02
    3.977112E-01  3.767877E-01  3.488366E-01  4.050398E-01  4.046991E-01  3.971513E-01  3.908233E-01  3.910592E-01  3.796181E-01

    5.790345E-02  5.791908E-02  5.793458E-02  5.793442E-02  5.788433E-02  5.788363E-02  5.791209E-02  5.794132E-02  5.794203E-02
    3.809918E-01  3.793239E-01  3.764450E-01  3.752239E-01  3.494080E-01  3.468271E-01  3.439070E-01  3.433320E-01  3.456811E-01

    4.289838E+00
    1.022207E+00
```

```
  20  5.791528E-02  5.792087E-02  5.792261E-02  5.788611E-02  5.788542E-02  5.791388E-02  5.794311E-02  5.794382E-02  5.790524E-02
      3.489522E-01  3.795863E-01  3.981407E-01  3.495142E-01  3.469262E-01  3.440081E-01  3.434411E-01  3.457973E-01  3.812523E-01

      5.790508E-02  5.792056E-02  5.793621E-02  5.793637E-02  5.789373E-02  5.789371E-02  5.792257E-02  5.795152E-02  5.795154E-02
      3.798692E-01  3.770328E-01  3.754708E-01  3.767002E-01  4.055133E-01  4.051683E-01  3.975744E-01  3.912140E-01  3.914524E-01

      5.760425E-02  6.776658E-01
      3.600612E-01  9.858011E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.143975E-01
      5.015693E-01

   2  1.031084E-01  1.192633E-01
      2.846095E-01  5.276557E-01

   3  1.031790E-01  1.064895E-01  1.209967E-01
      2.284632E-01  2.715127E-01  4.757608E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.267371E-01
      1.024719E+00

   1 -3.421494E-02 -1.711567E-02
     -5.559225E-03  1.039758E-02

   2  2.816271E-02  1.396020E-02  1.775503E-02
     -4.517714E-03  2.401335E-01  9.478275E-03

Sequence       Surge impedance       Attenuation   velocity    Wavelength   Resistance    Reactance   Susceptance
         magnitude(Ohm) angle(degr.)     db/km        km/sec        km          Ohm/km        Ohm/km      mho/km
   Zero :  5.30072E+02 -8.84258E+00  2.70920E-03  1.88031E+05  3.13384E+03  3.26737E-01  1.02472E+00  3.82790E-06
Positive:  1.85865E+02 -1.66358E+00  3.26333E-04  2.91425E+05  4.85708E+03  1.39602E-02  2.40133E-01  6.96290E-06
```

- **ESTRUTURA DE SUSPENSÃO PESADA – I51SP**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:03:02   Name of disk plot file is  i51sp.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I51SP.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/04/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT 500 KV JANAUBA 6 - CAPELINHA 3 C1 E C2
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  CIRCUITO SIMPLES AUTOPORTANTE DELTA
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X ACAR 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW 13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -12.450   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -12.975   36.14   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -14.025   36.14   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -14.550   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -14.025   33.56   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -12.975   33.56   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678    0.48  34.850  13.790     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  35.545  14.485     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  35.545  14.485     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48  34.850  13.790     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  34.155  13.095     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  34.155  13.095     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  12.450   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  12.975   36.15   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  14.025   36.15   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   14.55   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  14.025   33.56   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  12.975   33.56   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144 -11.600  46.777  28.847     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400  11.600  46.777  28.727     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.450	20.810	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.480	20.810	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	12.450	20.810	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.975	22.100	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-14.025	22.100	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-14.550	20.810	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-14.025	19.520	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.975	19.520	
9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	21.505	
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	21.505	

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	20.810
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	20.115
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	20.115
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	12.975	22.103
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	14.025	22.103
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	14.550	20.810
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	14.025	19.520
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	12.975	19.520
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-11.600	34.824
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	11.600	34.744

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.009717E-08

2 -8.694440E-11 1.166938E-08

3 -3.554859E-11 -1.395233E-10 1.009628E-08

4 -2.075156E-09 -8.144222E-11 -3.644901E-11 1.013591E-08

5 -1.134629E-09 -6.136994E-11 -3.001225E-11 -2.715483E-09 1.011545E-08

6 -1.075635E-09 -4.866446E-11 -2.361438E-11 -1.144184E-09 -2.103500E-09 1.006213E-08

7 -1.127269E-09 -5.681470E-11 -2.526964E-11 -6.833664E-10 -8.329863E-10 -2.093860E-09 1.013463E-08

8 -2.068097E-09 -7.677871E-11 -3.151655E-11 -8.143754E-10 -6.827080E-10 -1.135139E-09 -2.698078E-09 1.015186E-08

9 -1.092975E-10 -2.534192E-09 -1.383578E-10 -1.082543E-10 -8.161916E-11 -6.121732E-11 -6.680714E-11 -9.037758E-11 1.180288E-08

10 -1.386573E-10 -1.404520E-09 -1.090487E-10 -1.343239E-10 -9.919841E-11 -7.452482E-11 -8.286555E-11 -1.143624E-10 -3.753606E-09
1.180283E-08

11 -1.397629E-10 -1.522440E-09 -8.678321E-11 -1.264661E-10 -9.159245E-11 -7.246097E-11 -8.681099E-11 -1.216281E-10 -1.404543E-09
-2.534257E-09 1.166931E-08

12 -1.344591E-10 -1.400889E-09 -1.049778E-10 -1.151707E-10 -8.351862E-11 -7.017161E-11 -8.937547E-11 -1.244972E-10 -7.398670E-10
-8.929457E-10 -2.530609E-09 1.181092E-08

13 -1.051279E-10 -2.530564E-09 -1.342711E-10 -9.112509E-11 -6.738748E-11 -5.692447E-11 -7.197747E-11 -9.856267E-11 -8.929062E-10
-7.398635E-10 -1.400901E-09 -3.745528E-09 1.181095E-08

14 -3.642407E-11 -1.261273E-10 -2.070958E-09 -3.973172E-11 -3.350530E-11 -2.545018E-11 -2.530770E-11 -3.076630E-11 -1.339064E-10
-1.079023E-10 -8.120699E-11 -9.090075E-11 -1.148950E-10 1.013504E-08

15 -2.996205E-11 -9.122869E-11 -1.133442E-09 -3.347164E-11 -2.879689E-11 -2.181980E-11 -2.111326E-11 -2.512692E-11 -9.874804E-11
-8.123667E-11 -6.111315E-11 -6.714475E-11 -8.322316E-11 -2.715830E-09 1.011457E-08

16 -2.357593E-11 -7.219187E-11 -1.076070E-09 -2.542332E-11 -2.181757E-11 -1.700343E-11 -1.717302E-11 -2.057947E-11 -7.418771E-11
-6.093117E-11 -4.847463E-11 -5.674841E-11 -6.995712E-11 -1.142975E-09 -2.099284E-09 1.006128E-08

17 -2.525723E-11 -8.661589E-11 -1.127314E-09 -2.531136E-11 -2.113566E-11 -1.719002E-11 -1.888015E-11 -2.329481E-11 -8.262437E-11
-6.660574E-11 -5.668185E-11 -7.185196E-11 -8.921957E-11 -6.822053E-10 -8.315391E-10 -2.093943E-09 1.013475E-08

18 -3.152176E-11 -1.214468E-10 -2.068211E-09 -3.079389E-11 -2.517339E-11 -2.061397E-11 -2.330832E-11 -2.928336E-11 -1.141395E-10
-9.019442E-11 -7.665959E-11 -9.844917E-11 -1.243533E-10 -8.129446E-10 -6.815661E-10 -1.135184E-09 -2.697960E-09 1.015196E-08

19 -2.674315E-10 -1.226489E-10 -8.801804E-11 -3.923574E-10 -3.949995E-10 -2.780708E-10 -2.050891E-10 -1.977362E-10 -1.745235E-10
-1.913705E-10 -1.491346E-10 -1.237527E-10 -1.107462E-10 -1.103656E-10 -1.002792E-10 -7.289825E-11 -6.179165E-11 -6.807356E-11
6.224875E-09

20 -9.279760E-11 -1.566194E-10 -2.809294E-10 -1.164219E-10 -1.058538E-10 -7.695307E-11 -6.515790E-11 -7.173773E-11 -2.009579E-10

```
     -1.832900E-10 -1.288433E-10 -1.163469E-10 -1.299866E-10 -4.125906E-10 -4.151267E-10 -2.917598E-10 -2.151358E-10 -2.075614E-10

     -4.479944E-10  6.505691E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.592822E-08

   2 -3.320539E-09  1.451099E-08

   3 -9.512229E-10 -3.311928E-09  1.595502E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.040895E-08
      0.000000E+00

   1  6.237539E-10 -5.522933E-10
     -1.100817E-09 -9.510708E-10

   2  6.237539E-10  1.799264E-08 -5.522933E-10
      1.100817E-09 -7.796796E-26  9.510708E-10

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382530E-01
      9.403341E-01

   2  5.823509E-02  1.382530E-01
      4.034654E-01  9.403341E-01

   3  5.822821E-02  5.823546E-02  1.382530E-01
      3.540571E-01  4.092821E-01  9.403341E-01

   4  5.820824E-02  5.820549E-02  5.819848E-02  1.381942E-01
```

```
     5.715045E-01  4.001508E-01  3.524182E-01  9.403965E-01

  5  5.820821E-02  5.820505E-02  5.819766E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
     5.428799E-01  3.945332E-01  3.493747E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

  6  5.823759E-02  5.823419E-02  5.822656E-02  5.820821E-02  5.820824E-02  1.382530E-01
     5.405099E-01  3.921183E-01  3.479525E-01  5.428799E-01  5.715045E-01  9.403341E-01

  7  5.826707E-02  5.826386E-02  5.825635E-02  5.823764E-02  5.823765E-02  5.826711E-02  1.383120E-01
     5.428175E-01  3.944708E-01  3.493124E-01  5.192112E-01  5.249890E-01  5.714421E-01  9.402717E-01

  8  5.826711E-02  5.826432E-02  5.825718E-02  5.823765E-02  5.823764E-02  5.826707E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
     5.714421E-01  4.000884E-01  3.523559E-01  5.249890E-01  5.192112E-01  5.428175E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

  9  5.821934E-02  5.822180E-02  5.821953E-02  5.818978E-02  5.818934E-02  5.821847E-02  5.824810E-02  5.824855E-02  1.382213E-01
     4.047523E-01  6.198197E-01  4.077109E-01  4.017647E-01  3.960131E-01  3.932402E-01  3.952937E-01  4.009382E-01  9.403677E-01

 10  5.821953E-02  5.822179E-02  5.821934E-02  5.818997E-02  5.818955E-02  5.821868E-02  5.824831E-02  5.824874E-02  5.820596E-02
     4.077109E-01  5.961429E-01  4.047523E-01  4.046065E-01  3.986428E-01  3.957738E-01  3.978764E-01  4.037207E-01  6.502698E-01

     1.382213E-01
     9.403677E-01

 11  5.823546E-02  5.823764E-02  5.823509E-02  5.820587E-02  5.820546E-02  5.823462E-02  5.826428E-02  5.826470E-02  5.822179E-02
     4.092821E-01  5.995287E-01  4.034654E-01  4.056771E-01  3.996527E-01  3.970948E-01  3.995903E-01  4.056147E-01  5.961429E-01

     5.822180E-02  1.382530E-01
     6.198197E-01  9.403341E-01

 12  5.825122E-02  5.825351E-02  5.825104E-02  5.822161E-02  5.822118E-02  5.825037E-02  5.828006E-02  5.828049E-02  5.823765E-02
     4.076773E-01  5.961093E-01  4.047187E-01  4.037495E-01  3.979052E-01  3.957402E-01  3.985468E-01  4.045105E-01  5.672060E-01

     5.823765E-02  5.825352E-02  1.382847E-01
     5.716218E-01  6.197861E-01  9.403005E-01

 13  5.825104E-02  5.825352E-02  5.825122E-02  5.822141E-02  5.822098E-02  5.825015E-02  5.827985E-02  5.828029E-02  5.823765E-02
     4.047187E-01  6.197861E-01  4.076773E-01  4.009669E-01  3.953225E-01  3.932066E-01  3.959171E-01  4.016688E-01  5.716218E-01

     5.823765E-02  5.825351E-02  5.826940E-02  1.382847E-01
```

```
     5.672060E-01  5.961093E-01  6.502026E-01  9.403005E-01

14   5.819840E-02  5.820580E-02  5.820816E-02  5.816872E-02  5.816790E-02  5.819674E-02  5.822649E-02  5.822732E-02  5.818989E-02
     3.524178E-01  4.056751E-01  5.713376E-01  3.510055E-01  3.480149E-01  3.464487E-01  3.476091E-01  3.505713E-01  4.046056E-01

     5.818970E-02  5.820542E-02  5.822134E-02  5.822153E-02  1.381941E-01
     4.017640E-01  4.001491E-01  4.009642E-01  4.037466E-01  9.403966E-01

15   5.819759E-02  5.820538E-02  5.820813E-02  5.816790E-02  5.816704E-02  5.819586E-02  5.822561E-02  5.822649E-02  5.818947E-02
     3.493743E-01  3.996510E-01  5.428017E-01  3.480149E-01  3.451386E-01  3.436322E-01  3.447578E-01  3.476091E-01  3.986421E-01

     5.818927E-02  5.820497E-02  5.822090E-02  5.822111E-02  5.817872E-02  1.381941E-01
     3.960124E-01  3.945318E-01  3.953201E-01  3.979027E-01  5.928346E-01  9.403966E-01

16   5.822656E-02  5.823462E-02  5.823759E-02  5.819682E-02  5.819594E-02  5.822479E-02  5.825460E-02  5.825549E-02  5.821868E-02
     3.479525E-01  3.970948E-01  5.405099E-01  3.464491E-01  3.436325E-01  3.423055E-01  3.435701E-01  3.463867E-01  3.957738E-01

     5.821847E-02  5.823419E-02  5.825015E-02  5.825037E-02  5.820813E-02  5.820816E-02  1.382530E-01
     3.932402E-01  3.921183E-01  3.932066E-01  3.957402E-01  5.428017E-01  5.713376E-01  9.403341E-01

17   5.825635E-02  5.826428E-02  5.826707E-02  5.822656E-02  5.822569E-02  5.825460E-02  5.828446E-02  5.828534E-02  5.824831E-02
     3.493124E-01  3.995903E-01  5.428175E-01  3.476099E-01  3.447585E-01  3.435701E-01  3.450137E-01  3.478901E-01  3.978764E-01

     5.824810E-02  5.826386E-02  5.827985E-02  5.828006E-02  5.823756E-02  5.823758E-02  5.826711E-02  1.383120E-01
     3.952937E-01  3.944708E-01  3.959171E-01  3.985468E-01  5.191277E-01  5.248917E-01  5.714421E-01  9.402717E-01

18   5.825718E-02  5.826470E-02  5.826711E-02  5.822740E-02  5.822656E-02  5.825549E-02  5.828534E-02  5.828620E-02  5.824874E-02
     3.523559E-01  4.056147E-01  5.714421E-01  3.505722E-01  3.476099E-01  3.463867E-01  3.478901E-01  3.508806E-01  4.037207E-01

     5.824855E-02  5.826432E-02  5.828029E-02  5.828049E-02  5.823758E-02  5.823756E-02  5.826707E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
     4.009382E-01  4.000884E-01  4.016688E-01  4.045105E-01  5.248917E-01  5.191277E-01  5.428175E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

19   5.792081E-02  5.791877E-02  5.791271E-02  5.789191E-02  5.789186E-02  5.792070E-02  5.794966E-02  5.794972E-02  5.790329E-02
     3.975963E-01  3.767877E-01  3.459938E-01  4.046092E-01  4.037018E-01  3.961001E-01  3.901292E-01  3.907610E-01  3.796181E-01

     5.790345E-02  5.791908E-02  5.793458E-02  5.793442E-02  5.788345E-02  5.788272E-02  5.791124E-02  5.794048E-02  5.794122E-02
     3.809918E-01  3.793239E-01  3.764450E-01  3.752239E-01  3.464678E-01  3.439584E-01  3.411849E-01  3.407008E-01  3.430000E-01

     4.289838E+00
```

```
      1.022207E+00

  20  5.791450E-02  5.792087E-02  5.792260E-02  5.788531E-02  5.788458E-02  5.791302E-02  5.794227E-02  5.794301E-02  5.790524E-02
      3.461008E-01  3.795863E-01  3.980244E-01  3.465617E-01  3.440461E-01  3.412788E-01  3.408024E-01  3.431081E-01  3.812523E-01

      5.790508E-02  5.792056E-02  5.793621E-02  5.793637E-02  5.789363E-02  5.789357E-02  5.792249E-02  5.795146E-02  5.795152E-02
      3.798692E-01  3.770328E-01  3.754708E-01  3.767002E-01  4.050971E-01  4.041779E-01  3.965114E-01  3.905127E-01  3.911511E-01

      5.760425E-02  6.776658E-01
      3.600612E-01  9.858011E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.137447E-01
      5.031125E-01

   2  1.027320E-01  1.192412E-01
      2.784716E-01  5.277559E-01

   3  1.025510E-01  1.062587E-01  1.205793E-01
      2.225497E-01  2.648135E-01  4.762660E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.255495E-01
      1.012935E+00

   1 -3.426805E-02 -1.706641E-02
     -4.734464E-03  1.039313E-02

   2  2.774622E-02  1.400781E-02  1.777900E-02
     -4.066400E-03  2.470999E-01  9.411655E-03
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.20708E+02	-8.90851E+00	2.74839E-03	1.86754E+05	3.11256E+03	3.25550E-01	1.01293E+00	3.92408E-06
Positive:	1.91017E+02	-1.62228E+00	3.18608E-04	2.91077E+05	4.85128E+03	1.40078E-02	2.47100E-01	6.78307E-06

- **ESTRUTURA DE SUSPENSÃO DE TRANSPOSIÇÃO – I51TR**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:04:15   Name of disk plot file is  i51tr.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I51TR.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/04/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT 500 KV JANAUBA 6 - CAPELINHA 3 C1 E C2
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  CIRCUITO SIMPLES AUTOPORTANTE DELTA
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X ACAR 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW 13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -12.450   50.95   29.89     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -12.975   52.24   31.18     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -14.025   52.24   31.18     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -14.550   50.95   29.89     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -14.025   49.66   28.60     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -12.975   49.66   28.60     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678    0.48  50.950  29.890     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  50.255  29.195     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  50.255  29.195     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48  50.950  29.890     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  50.255  30.585     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  50.255  30.585     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   9.750   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  10.275   36.15   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  11.325   36.15   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   11.85   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  11.325   33.56   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  10.275   33.56   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144 -11.600  62.877  44.947     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400  11.600  62.877  44.820     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.450	36.910	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.480	36.910	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	9.750	20.810	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.975	38.200	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-14.025	38.200	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-14.550	36.910	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-14.025	35.620	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.975	35.620	
9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	36.215	
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	36.215	

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	36.910
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	37.142
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	37.142
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.275	22.103
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.325	22.103
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.850	20.810
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.325	19.520
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.275	19.520
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-11.600	50.924
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	11.600	50.839

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.007463E-08

2 -1.054554E-10 1.268578E-08

3 -4.630683E-11 -7.690230E-11 1.006423E-08

4 -2.095650E-09 -9.996168E-11 -3.825913E-11 1.011677E-08

5 -1.156276E-09 -7.854726E-11 -3.370288E-11 -2.735851E-09 1.009311E-08

6 -1.100530E-09 -6.510250E-11 -3.592714E-11 -1.167228E-09 -2.129178E-09 1.003192E-08

7 -1.157393E-09 -7.552775E-11 -4.791130E-11 -7.106041E-10 -8.630685E-10 -2.129684E-09 1.009130E-08

8 -2.096899E-09 -9.637784E-11 -5.455711E-11 -8.401544E-10 -7.105057E-10 -1.167978E-09 -2.738227E-09 1.011394E-08

9 -1.280894E-10 -2.299490E-09 -9.718421E-11 -1.128633E-10 -8.764898E-11 -7.728249E-11 -9.620803E-11 -1.241056E-10 1.184818E-08

10 -1.565945E-10 -1.208277E-09 -8.853857E-11 -1.359019E-10 -1.031335E-10 -9.037792E-11 -1.136471E-10 -1.497276E-10 -3.707213E-09

1.185591E-08

11 -1.546909E-10 -1.026762E-09 -6.312104E-11 -1.414073E-10 -1.063564E-10 -8.754348E-11 -1.042122E-10 -1.387619E-10 -1.205123E-09
-2.288865E-09 1.269902E-08

12 -1.270350E-10 -1.436859E-09 -5.460014E-11 -1.206216E-10 -9.183628E-11 -7.360234E-11 -8.437926E-11 -1.111225E-10 -9.804599E-10
-1.256503E-09 -4.576938E-09 1.319274E-08

13 -1.059069E-10 -4.585875E-09 -6.031972E-11 -1.024643E-10 -7.963990E-11 -6.397234E-11 -7.232919E-11 -9.329980E-11 -1.262933E-09
-9.800262E-10 -1.433667E-09 -3.004429E-09 1.318748E-08

14 -5.062643E-11 -9.909006E-11 -2.099697E-09 -4.307209E-11 -3.742442E-11 -3.820712E-11 -4.976859E-11 -5.746705E-11 -1.213857E-10
-1.075861E-10 -7.711063E-11 -6.846152E-11 -7.757643E-11 1.010865E-08

15 -4.229337E-11 -9.057026E-11 -1.154493E-09 -3.729363E-11 -3.241884E-11 -3.189778E-11 -4.027525E-11 -4.655127E-11 -1.069812E-10
-9.300716E-11 -6.802973E-11 -6.203100E-11 -7.143034E-11 -2.735664E-09 1.009934E-08

16 -3.154259E-11 -6.390476E-11 -1.092839E-09 -2.799685E-11 -2.463816E-11 -2.438264E-11 -3.062611E-11 -3.496184E-11 -7.476555E-11
-6.531502E-11 -4.847458E-11 -4.436200E-11 -5.083247E-11 -1.158535E-09 -2.111025E-09 1.005219E-08

17 -3.087694E-11 -5.287288E-11 -1.147819E-09 -2.648204E-11 -2.363754E-11 -2.456787E-11 -3.179049E-11 -3.575866E-11 -6.381147E-11
-5.732426E-11 -4.223653E-11 -3.765131E-11 -4.212118E-11 -7.007185E-10 -8.451340E-10 -2.104680E-09 1.012168E-08

18 -3.811037E-11 -5.846205E-11 -2.096864E-09 -3.152532E-11 -2.817346E-11 -3.039570E-11 -4.047199E-11 -4.547092E-11 -7.361235E-11
-6.767967E-11 -4.884251E-11 -4.222236E-11 -4.624604E-11 -8.385468E-10 -7.001998E-10 -1.150056E-09 -2.716245E-09 1.012634E-08

19 -2.966938E-10 -1.600386E-10 -5.185024E-11 -4.214751E-10 -4.256435E-10 -3.106100E-10 -2.414353E-10 -2.321438E-10 -1.501132E-10
-1.595473E-10 -1.791673E-10 -1.719857E-10 -1.630620E-10 -6.529698E-11 -6.417952E-11 -4.961874E-11 -4.196143E-11 -4.316592E-11
6.171211E-09

20 -1.325532E-10 -2.475781E-10 -1.105221E-10 -1.569203E-10 -1.430721E-10 -1.108638E-10 -1.022462E-10 -1.117762E-10 -2.223730E-10

```
     -1.940118E-10 -1.950960E-10 -2.036853E-10 -2.270747E-10 -1.556270E-10 -1.698445E-10 -1.341024E-10 -1.039156E-10 -9.296422E-11

     -5.409600E-10  6.236060E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.492323E-08

   2 -3.755734E-09  1.296227E-08

   3 -1.325370E-09 -2.464663E-09  1.526739E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  9.353787E-09
      0.000000E+00

   1  2.441697E-10  3.200587E-10
     -1.367017E-09 -7.377402E-10

   2  2.441697E-10  1.689955E-08  3.200587E-10
      1.367017E-09  6.270063E-26  7.377402E-10

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.375332E-01
      9.411091E-01

   2  5.751571E-02  1.375332E-01
      4.042404E-01  9.411091E-01

   3  5.786729E-02  5.787294E-02  1.382530E-01
      3.471665E-01  3.765269E-01  9.403341E-01

   4  5.748960E-02  5.748729E-02  5.783821E-02  1.374768E-01
```

```
     5.722792E-01  4.009255E-01  3.439901E-01  9.411709E-01

  5  5.748958E-02  5.748692E-02  5.783754E-02  5.746139E-02  1.374768E-01
     5.436546E-01  3.953079E-01  3.418068E-01  5.936088E-01  9.411709E-01

  6  5.751780E-02  5.751495E-02  5.786594E-02  5.748958E-02  5.748960E-02  1.375332E-01
     5.412849E-01  3.928932E-01  3.425645E-01  5.436546E-01  5.722792E-01  9.411091E-01

  7  5.754612E-02  5.754343E-02  5.789509E-02  5.751784E-02  5.751786E-02  5.754615E-02  1.375898E-01
     5.435927E-01  3.952461E-01  3.455390E-01  5.199861E-01  5.257639E-01  5.722174E-01  9.410472E-01

  8  5.754615E-02  5.754381E-02  5.789577E-02  5.751786E-02  5.751784E-02  5.754612E-02  5.757447E-02  1.375898E-01
     5.722174E-01  4.008636E-01  3.479610E-01  5.257639E-01  5.199861E-01  5.435927E-01  5.934852E-01  9.410472E-01

  9  5.753102E-02  5.753310E-02  5.788841E-02  5.750258E-02  5.750221E-02  5.753027E-02  5.755877E-02  5.755915E-02  1.375637E-01
     4.054938E-01  6.205612E-01  3.784700E-01  4.017417E-01  3.960973E-01  3.939817E-01  3.966924E-01  4.024441E-01  9.410758E-01

 10  5.753117E-02  5.753309E-02  5.788828E-02  5.750274E-02  5.750239E-02  5.753046E-02  5.755895E-02  5.755931E-02  5.754834E-02
     4.084524E-01  5.968844E-01  3.773864E-01  4.045243E-01  3.986800E-01  3.965153E-01  3.993222E-01  4.052859E-01  6.509778E-01

     1.375637E-01
     9.410758E-01

 11  5.751602E-02  5.751785E-02  5.787268E-02  5.748761E-02  5.748726E-02  5.751531E-02  5.754378E-02  5.754413E-02  5.753309E-02
     4.100570E-01  6.003036E-01  3.745358E-01  4.064518E-01  4.004274E-01  3.978697E-01  4.003655E-01  4.063900E-01  5.968844E-01

     5.753310E-02  1.375332E-01
     6.205612E-01  9.411091E-01

 12  5.751087E-02  5.751278E-02  5.786757E-02  5.748247E-02  5.748211E-02  5.751015E-02  5.753861E-02  5.753897E-02  5.752801E-02
     4.085831E-01  6.178129E-01  3.742564E-01  4.051925E-01  3.992547E-01  3.966165E-01  3.989577E-01  4.048555E-01  5.936623E-01

     5.752802E-02  5.751278E-02  1.375231E-01
     6.029571E-01  6.808246E-01  9.411202E-01

 13  5.751071E-02  5.751278E-02  5.786770E-02  5.748231E-02  5.748194E-02  5.750997E-02  5.753844E-02  5.753881E-02  5.752802E-02
     4.056163E-01  6.808246E-01  3.752519E-01  4.023636E-01  3.966352E-01  3.940777E-01  3.963539E-01  4.020465E-01  6.029571E-01

     5.752801E-02  5.751278E-02  5.750770E-02  1.375231E-01
```

```
     5.936623E-01  6.178129E-01  6.510222E-01  9.411202E-01

14   5.783814E-02  5.784393E-02  5.820816E-02  5.780910E-02  5.780842E-02  5.783677E-02  5.786587E-02  5.786656E-02  5.785937E-02
     3.480282E-01  3.799818E-01  5.713376E-01  3.449145E-01  3.426314E-01  3.432302E-01  3.461218E-01  3.486382E-01  3.818586E-01

     5.785923E-02  5.784366E-02  5.783856E-02  5.783870E-02  1.381941E-01
     3.806130E-01  3.776931E-01  3.774837E-01  3.786279E-01  9.403966E-01

15   5.783747E-02  5.784363E-02  5.820813E-02  5.780842E-02  5.780770E-02  5.783604E-02  5.786515E-02  5.786587E-02  5.785907E-02
     3.456059E-01  3.774749E-01  5.428017E-01  3.426314E-01  3.403865E-01  3.409018E-01  3.436621E-01  3.461218E-01  3.791691E-01

     5.785891E-02  5.784333E-02  5.783824E-02  5.783839E-02  5.817872E-02  1.381941E-01
     3.778913E-01  3.751168E-01  3.749732E-01  3.761537E-01  5.928346E-01  9.403966E-01

16   5.786594E-02  5.787234E-02  5.823759E-02  5.783684E-02  5.783611E-02  5.786447E-02  5.789364E-02  5.789438E-02  5.788779E-02
     3.425645E-01  3.720672E-01  5.405099E-01  3.396525E-01  3.375291E-01  3.381144E-01  3.408355E-01  3.431636E-01  3.736864E-01

     5.788763E-02  5.787202E-02  5.786693E-02  5.786709E-02  5.820813E-02  5.820816E-02  1.382530E-01
     3.725275E-01  3.699217E-01  3.697650E-01  3.708402E-01  5.428017E-01  5.713376E-01  9.403341E-01

17   5.789509E-02  5.790134E-02  5.826707E-02  5.786594E-02  5.786522E-02  5.789364E-02  5.792285E-02  5.792358E-02  5.791682E-02
     3.417447E-01  3.690934E-01  5.428175E-01  3.387798E-01  3.367439E-01  3.374670E-01  3.402578E-01  3.425024E-01  3.707783E-01

     5.791667E-02  5.790103E-02  5.789593E-02  5.789608E-02  5.823756E-02  5.823758E-02  5.826711E-02  1.383120E-01
     3.697503E-01  3.671907E-01  3.669735E-01  3.679270E-01  5.191277E-01  5.248917E-01  5.714421E-01  9.402717E-01

18   5.789577E-02  5.790164E-02  5.826711E-02  5.786663E-02  5.786594E-02  5.789438E-02  5.792358E-02  5.792428E-02  5.791713E-02
     3.439280E-01  3.710905E-01  5.714421E-01  3.408384E-01  3.387798E-01  3.395904E-01  3.425024E-01  3.447851E-01  3.729192E-01

     5.791699E-02  5.790137E-02  5.789625E-02  5.789639E-02  5.823758E-02  5.823756E-02  5.826707E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
     3.719315E-01  3.692683E-01  3.689944E-01  3.699065E-01  5.248917E-01  5.191277E-01  5.428175E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

19   5.721320E-02  5.721144E-02  5.755773E-02  5.718538E-02  5.718534E-02  5.721310E-02  5.724098E-02  5.724102E-02  5.722650E-02
     3.983682E-01  3.775596E-01  3.250950E-01  4.053808E-01  4.044735E-01  3.968720E-01  3.909014E-01  3.915332E-01  3.759959E-01

     5.722663E-02  5.721171E-02  5.720665E-02  5.720651E-02  5.752908E-02  5.752847E-02  5.755651E-02  5.758515E-02  5.758576E-02
     3.772171E-01  3.800958E-01  3.802380E-01  3.789175E-01  3.266369E-01  3.253062E-01  3.225785E-01  3.211500E-01  3.223416E-01

     4.289141E+00
```

```
      1.022976E+00

  20  5.720803E-02  5.721353E-02  5.756546E-02  5.717996E-02  5.717932E-02  5.720676E-02  5.723489E-02  5.723553E-02  5.722846E-02
      3.468789E-01  3.803735E-01  3.405133E-01  3.473390E-01  3.448230E-01  3.420562E-01  3.415805E-01  3.438865E-01  3.774872E-01

      5.722832E-02  5.721326E-02  5.720834E-02  5.720847E-02  5.753708E-02  5.753710E-02  5.756550E-02  5.759387E-02  5.759384E-02
      3.762573E-01  3.778190E-01  3.791820E-01  3.805120E-01  3.439264E-01  3.440030E-01  3.406535E-01  3.374509E-01  3.373864E-01

      5.690894E-02  6.769697E-01
      3.608299E-01  9.865698E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.135464E-01
      5.036697E-01

   2  1.024393E-01  1.189000E-01
      2.792450E-01  5.436338E-01

   3  9.550281E-02  9.816985E-02  1.054007E-01
      2.327234E-01  2.557686E-01  5.093555E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.100236E-01
      1.030711E+00

   1 -2.259250E-02 -1.703272E-02
     -1.637160E-03 -7.644230E-03

   2  2.405733E-02  1.391170E-02  1.689518E-02
     -1.343576E-02  2.629740E-01 -7.859903E-03
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.52475E+02	-8.37028E+00	2.46330E-03	1.95592E+05	3.25986E+03	3.10024E-01	1.03071E+00	3.52629E-06
Positive:	2.03309E+02	-1.51410E+00	2.97276E-04	2.91152E+05	4.85253E+03	1.39117E-02	2.62974E-01	6.37098E-06

- **ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA - 15 GRAUS – I51A1**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:05:52   Name of disk plot file is  i51a1.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I51A1.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/09/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 0001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT 500 KV JANAUBA 6 - CAPELINHA 3 C1 E C2
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  ESTRUTURA A1(FEIXE CENTRAL EXPANDIDO) BRAÇO-12,70 M
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 E 1 OPGW 13,4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM           CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.225   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.700   33.56    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.650   33.56    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.125   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.650   36.14   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.700   36.14   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   1.050   34.85  13.790     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   36.14  15.080     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   36.14  15.080     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -1.050   34.85  13.790     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   33.56  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   33.56  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.225   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.700   33.56    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.650   33.56    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.125   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.700   36.14   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.650   36.14   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144 -12.000   43.35   24.42     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400  12.000   43.35   24.30     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.   NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.   NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.   NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.   NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.   NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.   NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.   NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.   NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.   NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.   NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.   NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0

Line conductor table after sorting and initial processing.
 Table   Phase   Skin effect    Resistance   Reactance data specification     Diameter   Horizontal   Avg height
   Row  Number        R-type   R (Ohm/km)   X-type      X(Ohm/km) or GMR      (  cm  )     X (mtrs)     Y (mtrs)        Name
     1       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       13.225       20.810
     2       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800        1.050       20.810
     3       3        .50000       .07853        4              .000000      2.67800      -13.225       20.810
     4       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       12.700       19.520
     5       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       11.650       19.520
     6       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       11.125       20.810
     7       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       11.650       22.100
     8       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       12.700       22.100
     9       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800        0.525       22.100
    10       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       -0.525       22.100
```

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-1.050	20.810
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.525	19.520
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.525	19.520
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.700	19.520
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.650	19.520
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.125	20.810
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.700	22.100
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.650	22.100
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-12.000	30.730
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	12.000	30.650

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.007639E-08

2 -1.018732E-10 1.012826E-08

3 -1.674332E-11 -5.384664E-11 1.007527E-08

4 -2.081851E-09 -1.259281E-10 -1.701646E-11 1.014572E-08

5 -1.121270E-09 -1.823589E-10 -2.006538E-11 -2.684415E-09 1.016936E-08

6 -1.057874E-09 -2.119090E-10 -2.257207E-11 -1.110384E-09 -2.046900E-09 1.012320E-08

7 -1.121755E-09 -1.845164E-10 -2.439483E-11 -6.639695E-10 -7.915210E-10 -2.046126E-09 1.017152E-08

8 -2.082790E-09 -1.279737E-10 -2.113852E-11 -8.160255E-10 -6.635531E-10 -1.109780E-09 -2.683168E-09 1.014575E-08

9 -9.535862E-11 -2.042454E-09 -7.066591E-11 -1.036332E-10 -1.457430E-10 -1.855409E-10 -1.822419E-10 -1.309198E-10 1.017137E-08

10 -7.015870E-11 -1.098325E-09 -9.602772E-11 -7.406648E-11 -1.003170E-10 -1.264029E-10 -1.287198E-10 -9.608681E-11 -2.672938E-09
1.017120E-08

11 -5.354694E-11 -1.037927E-09 -1.024149E-10 -6.344644E-11 -8.585098E-11 -9.646089E-11 -8.930845E-11 -6.672117E-11 -1.098391E-09
-2.042643E-09 1.012808E-08

12 -6.412574E-11 -1.091568E-09 -8.993806E-11 -8.652683E-11 -1.191899E-10 -1.208253E-10 -9.794386E-11 -7.128327E-11 -6.410800E-10
-7.788626E-10 -2.035900E-09 1.018623E-08

13 -8.957633E-11 -2.035795E-09 -6.438749E-11 -1.223437E-10 -1.737628E-10 -1.802664E-10 -1.430148E-10 -1.005046E-10 -7.787649E-10
-6.410725E-10 -1.091598E-09 -2.657880E-09 1.018629E-08

14 -1.698837E-11 -6.363670E-11 -2.082612E-09 -1.919216E-11 -2.341442E-11 -2.444303E-11 -2.401837E-11 -2.020974E-11 -7.439469E-11
-1.040757E-10 -1.262892E-10 -1.225833E-10 -8.669585E-11 1.014521E-08

15 -2.001492E-11 -8.601624E-11 -1.121977E-09 -2.339789E-11 -2.914833E-11 -3.017646E-11 -2.874815E-11 -2.358717E-11 -1.006078E-10
-1.461436E-10 -1.826883E-10 -1.739800E-10 -1.193392E-10 -2.684895E-09 1.016891E-08

16 -2.252082E-11 -9.670897E-11 -1.058890E-09 -2.443376E-11 -3.018997E-11 -3.342176E-11 -3.408584E-11 -2.814077E-11 -1.268341E-10
-1.861268E-10 -2.123883E-10 -1.805836E-10 -1.210469E-10 -1.111074E-09 -2.047540E-09 1.012228E-08

17 -2.116230E-11 -6.718842E-11 -2.084486E-09 -2.026865E-11 -2.367897E-11 -2.824042E-11 -3.205426E-11 -2.780484E-11 -9.687239E-11
-1.319477E-10 -1.288032E-10 -1.010597E-10 -7.168876E-11 -8.171813E-10 -6.646277E-10 -1.111322E-09 1.014318E-08

18 -2.438582E-11 -8.974655E-11 -1.123401E-09 -2.405375E-11 -2.881698E-11 -3.415335E-11 -3.776555E-11 -3.200541E-11 -1.294633E-10
-1.832252E-10 -1.853129E-10 -1.435461E-10 -9.832707E-11 -6.650902E-10 -7.925623E-10 -2.047621E-09 -2.685664E-09 1.016910E-08

19 -6.121797E-11 -1.343797E-10 -3.609224E-10 -5.168480E-11 -5.660731E-11 -7.389062E-11 -9.324985E-11 -8.421787E-11 -2.146730E-10
-2.587036E-10 -1.996456E-10 -1.360276E-10 -1.091803E-10 -2.508618E-10 -2.324228E-10 -3.258791E-10 -5.326893E-10 -5.150283E-10
6.451310E-09

20 -3.797607E-10 -2.096404E-10 -6.463255E-11 -2.637555E-10 -2.444916E-10 -3.431826E-10 -5.428743E-10 -5.612745E-10 -2.714373E-10

```
     -2.251739E-10 -1.410350E-10 -1.146665E-10 -1.428939E-10 -5.447200E-11 -5.960954E-11 -7.786102E-11 -8.903092E-11 -9.846179E-11

     -3.026166E-10  6.756344E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.666918E-08

   2 -4.198447E-09  1.748103E-08

   3 -9.124528E-10 -4.214601E-09  1.662606E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.070842E-08
      0.000000E+00

   1  4.249280E-10 -1.234223E-09
     -7.017755E-10 -2.143979E-09

   2  4.249280E-10  2.003392E-08 -1.234223E-09
      7.017755E-10  3.713517E-25  2.143979E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382530E-01
      9.403341E-01

   2  5.823538E-02  1.382530E-01
      4.080017E-01  9.403341E-01

   3  5.822700E-02  5.823453E-02  1.382530E-01
      3.495042E-01  3.960042E-01  9.403341E-01

   4  5.826711E-02  5.826501E-02  5.825679E-02  1.383120E-01
```

```
    5.714421E-01  4.108345E-01  3.508913E-01  9.402717E-01

 5  5.826707E-02  5.826537E-02  5.825761E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
    5.428175E-01  4.178612E-01  3.540004E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

 6  5.823759E-02  5.823610E-02  5.822862E-02  5.826707E-02  5.826711E-02  1.382530E-01
    5.405099E-01  4.222766E-01  3.557411E-01  5.428175E-01  5.714421E-01  9.403341E-01

 7  5.820821E-02  5.820654E-02  5.819889E-02  5.823764E-02  5.823765E-02  5.820824E-02  1.381942E-01
    5.428799E-01  4.179235E-01  3.540627E-01  5.192112E-01  5.249890E-01  5.715045E-01  9.403965E-01

 8  5.820824E-02  5.820618E-02  5.819810E-02  5.823765E-02  5.823764E-02  5.820821E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
    5.715045E-01  4.108969E-01  3.509536E-01  5.249890E-01  5.192112E-01  5.428799E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

 9  5.820579E-02  5.820824E-02  5.820537E-02  5.823538E-02  5.823576E-02  5.820654E-02  5.817702E-02  5.817665E-02  1.381942E-01
    4.044629E-01  5.715045E-01  3.985302E-01  4.063457E-01  4.128269E-01  4.179235E-01  4.148642E-01  4.080641E-01  9.403965E-01

10  5.820537E-02  5.820821E-02  5.820579E-02  5.823497E-02  5.823538E-02  5.820618E-02  5.817665E-02  5.817625E-02  5.817887E-02
    3.985302E-01  5.428799E-01  4.044629E-01  4.003564E-01  4.063457E-01  4.108969E-01  4.080641E-01  4.018269E-01  5.928344E-01

    1.381942E-01
    9.403965E-01

11  5.823453E-02  5.823759E-02  5.823538E-02  5.826419E-02  5.826462E-02  5.823538E-02  5.820579E-02  5.820537E-02  5.820821E-02
    3.960042E-01  5.405099E-01  4.080017E-01  3.984678E-01  4.044005E-01  4.080017E-01  4.044629E-01  3.985302E-01  5.428799E-01

    5.820824E-02  1.382530E-01
    5.715045E-01  9.403341E-01

12  5.826419E-02  5.826707E-02  5.826462E-02  5.829390E-02  5.829431E-02  5.826501E-02  5.823538E-02  5.823497E-02  5.823764E-02
    3.984678E-01  5.428175E-01  4.044005E-01  4.017022E-01  4.079393E-01  4.108345E-01  4.063457E-01  4.003564E-01  5.192112E-01

    5.823765E-02  5.826711E-02  1.383120E-01
    5.249890E-01  5.714421E-01  9.402717E-01

13  5.826462E-02  5.826711E-02  5.826419E-02  5.829431E-02  5.829469E-02  5.826537E-02  5.823576E-02  5.823538E-02  5.823765E-02
    4.044005E-01  5.714421E-01  3.984678E-01  4.079393E-01  4.147394E-01  4.178612E-01  4.128269E-01  4.063457E-01  5.249890E-01

    5.823764E-02  5.826707E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
```

```
     5.192112E-01  5.428175E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

14   5.825679E-02  5.826419E-02  5.826711E-02  5.828663E-02  5.828743E-02  5.825839E-02  5.822862E-02  5.822783E-02  5.823497E-02
     3.508913E-01  3.984678E-01  5.714421E-01  3.524958E-01  3.556787E-01  3.572429E-01  3.553202E-01  3.521712E-01  4.003564E-01

     5.823538E-02  5.826501E-02  5.829431E-02  5.829390E-02  1.383120E-01
     4.063457E-01  4.108345E-01  4.079393E-01  4.017022E-01  9.402717E-01

15   5.825761E-02  5.826462E-02  5.826707E-02  5.828743E-02  5.828820E-02  5.825913E-02  5.822937E-02  5.822862E-02  5.823538E-02
     3.540004E-01  4.044005E-01  5.428175E-01  3.556787E-01  3.590020E-01  3.606307E-01  3.586049E-01  3.553202E-01  4.063457E-01

     5.823576E-02  5.826537E-02  5.829469E-02  5.829431E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
     4.128269E-01  4.178612E-01  4.147394E-01  4.079393E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

16   5.822862E-02  5.823538E-02  5.823759E-02  5.825839E-02  5.825913E-02  5.823010E-02  5.820040E-02  5.819966E-02  5.820618E-02
     3.557411E-01  4.080017E-01  5.405099E-01  3.572429E-01  3.606307E-01  3.625409E-01  3.606930E-01  3.573052E-01  4.108969E-01

     5.820654E-02  5.823610E-02  5.826537E-02  5.826501E-02  5.826707E-02  5.826711E-02  1.382530E-01
     4.179235E-01  4.222766E-01  4.178612E-01  4.108345E-01  5.428175E-01  5.714421E-01  9.403341E-01

17   5.819810E-02  5.820537E-02  5.820824E-02  5.822783E-02  5.822862E-02  5.819966E-02  5.817000E-02  5.816922E-02  5.817625E-02
     3.509536E-01  3.985302E-01  5.715045E-01  3.521712E-01  3.553202E-01  3.573052E-01  3.558034E-01  3.526205E-01  4.018269E-01

     5.817665E-02  5.820618E-02  5.823538E-02  5.823497E-02  5.823765E-02  5.823764E-02  5.820821E-02  1.381942E-01
     4.080641E-01  4.108969E-01  4.063457E-01  4.003564E-01  5.249890E-01  5.192112E-01  5.428799E-01  9.403965E-01

18   5.819889E-02  5.820579E-02  5.820821E-02  5.822862E-02  5.822937E-02  5.820040E-02  5.817074E-02  5.817000E-02  5.817665E-02
     3.540627E-01  4.044629E-01  5.428799E-01  3.553202E-01  3.586049E-01  3.606930E-01  3.591267E-01  3.558034E-01  4.080641E-01

     5.817702E-02  5.820654E-02  5.823576E-02  5.823538E-02  5.823764E-02  5.823765E-02  5.820824E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
     4.148642E-01  4.179235E-01  4.128269E-01  4.063457E-01  5.192112E-01  5.249890E-01  5.715045E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

19   5.800365E-02  5.801033E-02  5.801276E-02  5.803304E-02  5.803377E-02  5.800510E-02  5.797578E-02  5.797506E-02  5.798151E-02
     3.478977E-01  3.858156E-01  4.231142E-01  3.478128E-01  3.505080E-01  3.535043E-01  3.534982E-01  3.505935E-01  3.914897E-01

     5.798187E-02  5.801105E-02  5.803995E-02  5.803958E-02  5.804185E-02  5.804186E-02  5.801277E-02  5.798374E-02  5.798375E-02
     3.958373E-01  3.936462E-01  3.874141E-01  3.838923E-01  4.142892E-01  4.143992E-01  4.233925E-01  4.339722E-01  4.341575E-01

     4.290019E+00
```

```
      1.022010E+00

  20  5.801456E-02  5.801285E-02  5.800545E-02  5.804366E-02  5.804366E-02  5.801457E-02  5.798555E-02  5.798554E-02  5.798367E-02
      4.237135E-01  3.939183E-01  3.479770E-01  4.148252E-01  4.149367E-01  4.239964E-01  4.348566E-01  4.346678E-01  3.960876E-01

      5.798331E-02  5.801213E-02  5.804139E-02  5.804175E-02  5.803484E-02  5.803557E-02  5.800690E-02  5.797686E-02  5.797758E-02
      3.917124E-01  3.860361E-01  3.841296E-01  3.876749E-01  3.479026E-01  3.506046E-01  3.535967E-01  3.506673E-01  3.535781E-01

      5.778469E-02  6.778471E-01
      3.573086E-01  9.856045E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.287966E-01
      4.590474E-01

   2  1.122058E-01  1.235150E-01
      2.604208E-01  4.773624E-01

   3  1.080699E-01  1.071734E-01  1.188131E-01
      2.200540E-01  2.795827E-01  4.971662E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.420076E-01
      9.845637E-01

   1 -2.403695E-03 -2.845474E-02
     -1.996950E-02  1.785510E-02

   2  9.468348E-03  1.455853E-02  2.959054E-02
     -2.507201E-02  2.245062E-01  1.579407E-02

Sequence       Surge impedance       Attenuation   velocity    Wavelength   Resistance    Reactance   Susceptance
         magnitude(Ohm) angle(degr.)     db/km       km/sec        km          Ohm/km        Ohm/km      mho/km
   Zero :  5.08116E+02 -9.57784E+00  2.96452E-03  1.86384E+05  3.10640E+03  3.42008E-01  9.84564E-01  4.03698E-06
Positive:  1.72592E+02 -1.85513E+00  3.66529E-04  2.89361E+05  4.82269E+03  1.45585E-02  2.24506E-01  7.55261E-06
```

- **ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA - 30 GRAUS – I51A2**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:07:09   Name of disk plot file is  i51a2.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I51A2.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/09/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 0001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT 500 KV JANAUBA 6 - CAPELINHA 3 C1 E C2
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  ESTRUTURA A2 (FEIXE CENTRAL EXPANDIDO) BRAÇO-12,90 M
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 E 1 OPGW 13,4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.425   34.86   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.900   33.56    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.850   33.56    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.325   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.850   36.14   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.900   36.14   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   1.050   34.85  13.790     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   36.14  15.080     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   36.14  15.080     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -1.050   34.85  13.790     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   33.56  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   33.56  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.425   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.900   33.56    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.850   33.56    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.325   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.900   36.14   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.850   36.14   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144 -12.000   43.35   24.42     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400  12.000   43.35   24.30     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.   NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.   NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.   NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.   NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.   NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.   NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.   NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.   NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.   NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.   NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.   NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0

Line conductor table after sorting and initial processing.
 Table   Phase   Skin effect    Resistance   Reactance data specification     Diameter   Horizontal   Avg height
   Row  Number        R-type   R (Ohm/km)   X-type      X(Ohm/km) or GMR      (  cm  )     X (mtrs)     Y (mtrs)        Name
     1       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       13.425       20.813
     2       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800        1.050       20.810
     3       3        .50000       .07853        4              .000000      2.67800      -13.425       20.810
     4       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       12.900       19.520
     5       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       11.850       19.520
     6       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       11.325       20.810
     7       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       11.850       22.100
     8       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       12.900       22.100
     9       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800        0.525       22.100
    10       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       -0.525       22.100
```

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-1.050	20.810
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.525	19.520
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.525	19.520
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.900	19.520
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.850	19.520
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.325	20.810
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.900	22.100
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.850	22.100
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-12.000	30.730
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	12.000	30.650

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.007556E-08

2 -1.003366E-10 1.012600E-08

3 -1.646904E-11 -5.326353E-11 1.007446E-08

4 -2.078651E-09 -1.239030E-10 -1.669315E-11 1.014322E-08

5 -1.120993E-09 -1.788412E-10 -1.966107E-11 -2.686221E-09 1.016756E-08

6 -1.058945E-09 -2.073712E-10 -2.214829E-11 -1.112054E-09 -2.048745E-09 1.012127E-08

7 -1.124076E-09 -1.809317E-10 -2.395329E-11 -6.653286E-10 -7.930278E-10 -2.047655E-09 1.017031E-08

8 -2.087833E-09 -1.258766E-10 -2.078355E-11 -8.170108E-10 -6.645251E-10 -1.110643E-09 -2.683752E-09 1.014615E-08

9 -9.406535E-11 -2.044565E-09 -6.984700E-11 -1.023781E-10 -1.436025E-10 -1.820279E-10 -1.786338E-10 -1.286663E-10 1.016933E-08

10 -6.935735E-11 -1.100133E-09 -9.471385E-11 -7.333274E-11 -9.914577E-11 -1.244704E-10 -1.265547E-10 -9.465440E-11 -2.674825E-09
1.016915E-08

11 -5.296653E-11 -1.039596E-09 -1.008782E-10 -6.269419E-11 -8.469379E-11 -9.510606E-11 -8.811492E-11 -6.593572E-11 -1.100201E-09
-2.044757E-09 1.012581E-08

12 -6.327804E-11 -1.093331E-09 -8.860097E-11 -8.513374E-11 -1.170786E-10 -1.188959E-10 -9.672774E-11 -7.049596E-11 -6.429021E-10
-7.808409E-10 -2.037970E-09 1.018428E-08

13 -8.822172E-11 -2.037862E-09 -6.355172E-11 -1.201461E-10 -1.702266E-10 -1.767612E-10 -1.408161E-10 -9.917314E-11 -7.807408E-10
-6.428944E-10 -1.093362E-09 -2.659680E-09 1.018433E-08

14 -1.666087E-11 -6.286505E-11 -2.083404E-09 -1.873521E-11 -2.283272E-11 -2.392295E-11 -2.357599E-11 -1.985964E-11 -7.363789E-11
-1.027894E-10 -1.242276E-10 -1.203501E-10 -8.527701E-11 1.014436E-08

15 -1.961103E-11 -8.485616E-11 -1.122934E-09 -2.282279E-11 -2.840261E-11 -2.950707E-11 -2.819525E-11 -2.316073E-11 -9.943478E-11
-1.440005E-10 -1.791650E-10 -1.704362E-10 -1.172225E-10 -2.686002E-09 1.016739E-08

16 -2.210369E-11 -9.536080E-11 -1.059967E-09 -2.392392E-11 -2.952396E-11 -3.271737E-11 -3.339075E-11 -2.760722E-11 -1.249127E-10
-1.826281E-10 -2.078621E-10 -1.770854E-10 -1.191227E-10 -1.112328E-09 -2.049268E-09 1.012033E-08

17 -2.082182E-11 -6.642726E-11 -2.085497E-09 -1.993263E-11 -2.326119E-11 -2.771260E-11 -3.141929E-11 -2.729578E-11 -9.547335E-11
-1.297397E-10 -1.267524E-10 -9.976572E-11 -7.092816E-11 -8.181578E-10 -6.657938E-10 -1.112616E-09 1.014194E-08

18 -2.395684E-11 -8.856747E-11 -1.124485E-09 -2.362403E-11 -2.826974E-11 -3.346027E-11 -3.695307E-11 -3.136639E-11 -1.273190E-10
-1.796447E-10 -1.817545E-10 -1.413672E-10 -9.712537E-11 -6.662594E-10 -7.940813E-10 -2.049303E-09 -2.686951E-09 1.016759E-08

19 -6.096412E-11 -1.356358E-10 -3.587697E-10 -5.161043E-11 -5.660432E-11 -7.366770E-11 -9.260899E-11 -8.362674E-11 -2.160977E-10
-2.605691E-10 -2.017553E-10 -1.378294E-10 -1.105606E-10 -2.503122E-10 -2.339651E-10 -3.289578E-10 -5.310297E-10 -5.171931E-10
6.452487E-09

20 -3.777151E-10 -2.118643E-10 -6.433465E-11 -2.632640E-10 -2.461385E-10 -3.464196E-10 -5.450968E-10 -5.592915E-10 -2.734043E-10

```
     -2.266765E-10 -1.423595E-10 -1.161217E-10 -1.447932E-10 -5.437371E-11 -5.960579E-11 -7.763964E-11 -8.844110E-11 -9.781051E-11

     -3.029394E-10  6.757652E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.662517E-08

   2 -4.130616E-09  1.741159E-08

   3 -8.943358E-10 -4.146954E-09  1.658198E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.075831E-08
      0.000000E+00

   1  4.209534E-10 -1.213525E-09
     -6.947453E-10 -2.107955E-09

   2  4.209534E-10  1.993021E-08 -1.213525E-09
      6.947453E-10 -2.334019E-26  2.107955E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382529E-01
      9.403343E-01

   2  5.823523E-02  1.382530E-01
      4.067733E-01  9.403341E-01

   3  5.822661E-02  5.823444E-02  1.382530E-01
      3.483726E-01  3.949551E-01  9.403341E-01

   4  5.826703E-02  5.826494E-02  5.825648E-02  1.383120E-01
```

```
    5.712752E-01  4.095664E-01  3.497397E-01  9.402717E-01

 5  5.826700E-02  5.826531E-02  5.825730E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
    5.427393E-01  4.164720E-01  3.528008E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

 6  5.823751E-02  5.823603E-02  5.822832E-02  5.826707E-02  5.826711E-02  1.382530E-01
    5.405099E-01  4.207945E-01  3.545126E-01  5.428175E-01  5.714421E-01  9.403341E-01

 7  5.820813E-02  5.820647E-02  5.819859E-02  5.823764E-02  5.823765E-02  5.820824E-02  1.381942E-01
    5.429582E-01  4.165344E-01  3.528632E-01  5.192112E-01  5.249890E-01  5.715045E-01  9.403965E-01

 8  5.820816E-02  5.820611E-02  5.819778E-02  5.823765E-02  5.823764E-02  5.820821E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
    5.716719E-01  4.096288E-01  3.498021E-01  5.249890E-01  5.192112E-01  5.428799E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

 9  5.820564E-02  5.820824E-02  5.820529E-02  5.823531E-02  5.823569E-02  5.820647E-02  5.817695E-02  5.817658E-02  1.381942E-01
    4.032986E-01  5.715045E-01  3.974507E-01  4.051692E-01  4.115509E-01  4.165344E-01  4.135208E-01  4.068356E-01  9.403965E-01

10  5.820521E-02  5.820821E-02  5.820572E-02  5.823489E-02  5.823531E-02  5.820611E-02  5.817658E-02  5.817617E-02  5.817887E-02
    3.974525E-01  5.428799E-01  4.032966E-01  3.992656E-01  4.051692E-01  4.096288E-01  4.068356E-01  4.006952E-01  5.928344E-01

    1.381942E-01
    9.403965E-01

11  5.823437E-02  5.823759E-02  5.823531E-02  5.826411E-02  5.826454E-02  5.823531E-02  5.820572E-02  5.820529E-02  5.820821E-02
    3.949552E-01  5.405099E-01  4.067732E-01  3.973884E-01  4.032342E-01  4.067732E-01  4.032966E-01  3.974507E-01  5.428799E-01

    5.820824E-02  1.382530E-01
    5.715045E-01  9.403341E-01

12  5.826403E-02  5.826707E-02  5.826454E-02  5.829381E-02  5.829424E-02  5.826494E-02  5.823531E-02  5.823489E-02  5.823764E-02
    3.973868E-01  5.428175E-01  4.032342E-01  4.005705E-01  4.067108E-01  4.095664E-01  4.051692E-01  3.992656E-01  5.192112E-01

    5.823765E-02  5.826711E-02  1.383120E-01
    5.249890E-01  5.714421E-01  9.402717E-01

13  5.826446E-02  5.826711E-02  5.826411E-02  5.829424E-02  5.829462E-02  5.826531E-02  5.823569E-02  5.823531E-02  5.823765E-02
    4.032324E-01  5.714421E-01  3.973884E-01  4.067108E-01  4.133960E-01  4.164720E-01  4.115509E-01  4.051692E-01  5.249890E-01

    5.823764E-02  5.826707E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
```

```
     5.192112E-01  5.428175E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

14   5.825640E-02  5.826411E-02  5.826711E-02  5.828632E-02  5.828713E-02  5.825809E-02  5.822832E-02  5.822752E-02  5.823489E-02
     3.497393E-01  3.973884E-01  5.714421E-01  3.513177E-01  3.544502E-01  3.559912E-01  3.541052E-01  3.510050E-01  3.992656E-01

     5.823531E-02  5.826494E-02  5.829424E-02  5.829381E-02  1.383120E-01
     4.051692E-01  4.095664E-01  4.067108E-01  4.005705E-01  9.402717E-01

15   5.825722E-02  5.826454E-02  5.826707E-02  5.828713E-02  5.828791E-02  5.825885E-02  5.822909E-02  5.822832E-02  5.823531E-02
     3.528004E-01  4.032342E-01  5.428175E-01  3.544502E-01  3.577186E-01  3.593221E-01  3.573369E-01  3.541052E-01  4.051692E-01

     5.823569E-02  5.826531E-02  5.829462E-02  5.829424E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
     4.115509E-01  4.164720E-01  4.133960E-01  4.067108E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

16   5.822824E-02  5.823531E-02  5.823759E-02  5.825809E-02  5.825885E-02  5.822983E-02  5.820012E-02  5.819937E-02  5.820611E-02
     3.545127E-01  4.067732E-01  5.405099E-01  3.559912E-01  3.593221E-01  3.611975E-01  3.593845E-01  3.560535E-01  4.096288E-01

     5.820647E-02  5.823603E-02  5.826531E-02  5.826494E-02  5.826707E-02  5.826711E-02  1.382530E-01
     4.165344E-01  4.207945E-01  4.164720E-01  4.095664E-01  5.428175E-01  5.714421E-01  9.403341E-01

17   5.819771E-02  5.820529E-02  5.820824E-02  5.822752E-02  5.822832E-02  5.819937E-02  5.816970E-02  5.816891E-02  5.817617E-02
     3.498026E-01  3.974507E-01  5.715045E-01  3.510050E-01  3.541052E-01  3.560535E-01  3.545750E-01  3.514424E-01  4.006952E-01

     5.817658E-02  5.820611E-02  5.823531E-02  5.823489E-02  5.823765E-02  5.823764E-02  5.820821E-02  1.381942E-01
     4.068356E-01  4.096288E-01  4.051692E-01  3.992656E-01  5.249890E-01  5.192112E-01  5.428799E-01  9.403965E-01

18   5.819852E-02  5.820572E-02  5.820821E-02  5.822832E-02  5.822909E-02  5.820012E-02  5.817046E-02  5.816970E-02  5.817658E-02
     3.528638E-01  4.032966E-01  5.428799E-01  3.541052E-01  3.573369E-01  3.593845E-01  3.578434E-01  3.545750E-01  4.068356E-01

     5.817695E-02  5.820647E-02  5.823569E-02  5.823531E-02  5.823764E-02  5.823765E-02  5.820824E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
     4.135208E-01  4.165344E-01  4.115509E-01  4.051692E-01  5.192112E-01  5.249890E-01  5.715045E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

19   5.800343E-02  5.801033E-02  5.801275E-02  5.803290E-02  5.803363E-02  5.800497E-02  5.797565E-02  5.797492E-02  5.798151E-02
     3.473849E-01  3.858156E-01  4.229147E-01  3.473080E-01  3.499888E-01  3.529553E-01  3.529373E-01  3.500511E-01  3.914897E-01

     5.798187E-02  5.801105E-02  5.803995E-02  5.803958E-02  5.804185E-02  5.804186E-02  5.801277E-02  5.798374E-02  5.798375E-02
     3.958373E-01  3.936462E-01  3.874141E-01  3.838923E-01  4.141937E-01  4.144291E-01  4.235106E-01  4.338116E-01  4.342080E-01

     4.290019E+00
```

```
      1.022010E+00

  20  5.801448E-02  5.801285E-02  5.800531E-02  5.804365E-02  5.804366E-02  5.801458E-02  5.798555E-02  5.798554E-02  5.798367E-02
      4.235359E-01  3.939183E-01  3.474597E-01  4.147283E-01  4.149671E-01  4.241163E-01  4.349081E-01  4.345043E-01  3.960876E-01

      5.798331E-02  5.801213E-02  5.804139E-02  5.804175E-02  5.803470E-02  5.803544E-02  5.800677E-02  5.797672E-02  5.797744E-02
      3.917124E-01  3.860361E-01  3.841296E-01  3.876749E-01  3.473965E-01  3.500840E-01  3.530462E-01  3.501239E-01  3.530160E-01

      5.778469E-02  6.778471E-01
      3.573086E-01  9.856045E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.287347E-01
      4.591172E-01

   2  1.121686E-01  1.235094E-01
      2.592366E-01  4.773834E-01

   3  1.079514E-01  1.071014E-01  1.186933E-01
      2.190196E-01  2.785295E-01  4.974701E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.417934E-01
      9.825139E-01

   1 -2.280460E-03 -2.844581E-02
     -1.996263E-02  1.787555E-02

   2  9.341789E-03  1.457198E-02  2.958983E-02
     -2.517799E-02  2.257283E-01  1.578663E-02
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.06448E+02	-9.59079E+00	2.97253E-03	1.86138E+05	3.10229E+03	3.41793E-01	9.82514E-01	4.05579E-06
Positive:	1.73509E+02	-1.84681E+00	3.64927E-04	2.89328E+05	4.82214E+03	1.45720E-02	2.25728E-01	7.51351E-06

- **ESTRUTURA DE ANCORAGEM TERMINAL – I51AT**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:11:15   Name of disk plot file is  i51at.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I51AT.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/09/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 0001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT 500 KV JANAUBA 6 - CAPELINHA 3 C1 E C2
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  ESTRUTURA AT (FEIXE CENTRAL EXPANDIDO) BRAÇO-13,20 M
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 E 1 OPGW 13,4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM           CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.725   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.200   33.56    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.150   33.56    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.625   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.150   36.14   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.200   36.14   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   1.050   34.85  13.790     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   36.14  15.080     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   36.14  15.080     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -1.050   34.85  13.790     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   33.56  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   33.56  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.725   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.200   33.56    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.150   33.56    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.625   34.85   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.200   36.14   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.150   36.14   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144 -12.500   43.35   24.42     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400  12.500   43.35   24.30     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.   NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.   NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.   NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.   NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.   NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.   NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.   NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.   NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.   NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.   NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.   NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0

Line conductor table after sorting and initial processing.
 Table   Phase   Skin effect    Resistance   Reactance data specification     Diameter   Horizontal   Avg height
   Row  Number        R-type   R (Ohm/km)   X-type      X(Ohm/km) or GMR      ( cm )     X (mtrs)     Y (mtrs)        Name
     1       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       13.725       20.810
     2       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800        1.050       20.810
     3       3        .50000       .07853        4              .000000      2.67800      -13.725       20.810
     4       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       13.200       19.520
     5       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       12.150       19.520
     6       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       11.625       20.810
     7       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       12.150       22.100
     8       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       13.200       22.100
     9       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800        0.525       22.100
    10       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       -0.525       22.100
```

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-1.050	20.810
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.525	19.520
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.525	19.520
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-13.200	19.520
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.150	19.520
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.625	20.810
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-13.200	22.100
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.150	22.100
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-12.500	30.730
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	12.500	30.650

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.007524E-08

2 -9.832023E-11 1.012213E-08

3 -1.607746E-11 -5.261444E-11 1.007410E-08

4 -2.083265E-09 -1.210715E-10 -1.623794E-11 1.014397E-08

5 -1.123321E-09 -1.740688E-10 -1.914270E-11 -2.686959E-09 1.016566E-08

6 -1.060273E-09 -2.014285E-10 -2.166678E-11 -1.113341E-09 -2.051189E-09 1.011819E-08

7 -1.123857E-09 -1.765299E-10 -2.347962E-11 -6.665384E-10 -7.952446E-10 -2.050497E-09 1.016768E-08

8 -2.084247E-09 -1.233946E-10 -2.035543E-11 -8.178026E-10 -6.661287E-10 -1.112808E-09 -2.685836E-09 1.014389E-08

9 -9.249359E-11 -2.048516E-09 -6.898677E-11 -1.007747E-10 -1.409324E-10 -1.777671E-10 -1.745350E-10 -1.262161E-10 1.016505E-08

10 -6.848296E-11 -1.103622E-09 -9.315517E-11 -7.249062E-11 -9.784109E-11 -1.223788E-10 -1.243874E-10 -9.329071E-11 -2.678855E-09
1.016489E-08

11 -5.231268E-11 -1.042584E-09 -9.886094E-11 -6.172737E-11 -8.326160E-11 -9.357769E-11 -8.697070E-11 -6.522751E-11 -1.103686E-09
-2.048698E-09 1.012195E-08

12 -6.218908E-11 -1.096281E-09 -8.677695E-11 -8.316341E-11 -1.141908E-10 -1.164048E-10 -9.536234E-11 -6.964487E-11 -6.461465E-10
-7.843138E-10 -2.041362E-09 1.018118E-08

13 -8.641127E-11 -2.041258E-09 -6.245481E-11 -1.169979E-10 -1.653168E-10 -1.720618E-10 -1.380888E-10 -9.757135E-11 -7.842185E-10
-6.461391E-10 -1.096311E-09 -2.662555E-09 1.018123E-08

14 -1.621024E-11 -6.192042E-11 -2.084040E-09 -1.809688E-11 -2.206242E-11 -2.329409E-11 -2.308884E-11 -1.944179E-11 -7.281881E-11
-1.012147E-10 -1.214339E-10 -1.172415E-10 -8.333615E-11 1.014344E-08

15 -1.909322E-11 -8.343112E-11 -1.124046E-09 -2.204634E-11 -2.743534E-11 -2.871723E-11 -2.761963E-11 -2.269567E-11 -9.813463E-11
-1.413337E-10 -1.744016E-10 -1.655392E-10 -1.143449E-10 -2.687454E-09 1.016520E-08

16 -2.161739E-11 -9.383118E-11 -1.061312E-09 -2.328578E-11 -2.873106E-11 -3.197677E-11 -3.274362E-11 -2.708988E-11 -1.228125E-10
-1.783523E-10 -2.019115E-10 -1.723857E-10 -1.166327E-10 -1.114050E-09 -2.051852E-09 1.011725E-08

17 -2.037930E-11 -6.569735E-11 -2.085964E-09 -1.950021E-11 -2.278615E-11 -2.718689E-11 -3.080481E-11 -2.674457E-11 -9.407015E-11
-1.272315E-10 -1.242218E-10 -9.813201E-11 -7.005605E-11 -8.189789E-10 -6.672292E-10 -1.114383E-09 1.014129E-08

18 -2.347225E-11 -8.741349E-11 -1.125528E-09 -2.312479E-11 -2.768813E-11 -3.280995E-11 -3.623248E-11 -3.075826E-11 -1.251284E-10
-1.755098E-10 -1.773268E-10 -1.386272E-10 -9.575267E-11 -6.676821E-10 -7.963139E-10 -2.052027E-09 -2.688368E-09 1.016522E-08

19 -5.912236E-11 -1.333167E-10 -3.632518E-10 -5.027610E-11 -5.529410E-11 -7.171467E-11 -8.974823E-11 -8.097629E-11 -2.108603E-10
-2.540705E-10 -1.981779E-10 -1.365076E-10 -1.095097E-10 -2.536313E-10 -2.364158E-10 -3.306468E-10 -5.357015E-10 -5.193220E-10
6.446211E-09

20 -3.821790E-10 -2.080306E-10 -6.241007E-11 -2.666425E-10 -2.486621E-10 -3.481578E-10 -5.473393E-10 -5.643964E-10 -2.664868E-10

```
     -2.211009E-10 -1.398725E-10 -1.149767E-10 -1.433541E-10 -5.297716E-11 -5.821481E-11 -7.555466E-11 -8.559290E-11 -9.475158E-11

     -2.888050E-10  6.750790E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.657202E-08

   2 -4.046885E-09  1.728734E-08

   3 -8.736939E-10 -4.063093E-09  1.652804E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.080669E-08
      0.000000E+00

   1  4.223788E-10 -1.180425E-09
     -6.968316E-10 -2.051232E-09

   2  4.223788E-10  1.979036E-08 -1.180425E-09
      6.968316E-10  1.847974E-25  2.051232E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382530E-01
      9.403341E-01

   2  5.823519E-02  1.382530E-01
      4.049672E-01  9.403341E-01

   3  5.822619E-02  5.823431E-02  1.382530E-01
      3.467063E-01  3.934085E-01  9.403341E-01

   4  5.826711E-02  5.826483E-02  5.825599E-02  1.383120E-01
```

```
    5.714421E-01  4.077029E-01  3.480446E-01  9.402717E-01

 5  5.826707E-02  5.826521E-02  5.825683E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
    5.428175E-01  4.144345E-01  3.510365E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

 6  5.823759E-02  5.823594E-02  5.822787E-02  5.826707E-02  5.826711E-02  1.382530E-01
    5.405099E-01  4.186246E-01  3.527067E-01  5.428175E-01  5.714421E-01  9.403341E-01

 7  5.820821E-02  5.820637E-02  5.819813E-02  5.823764E-02  5.823765E-02  5.820824E-02  1.381942E-01
    5.428799E-01  4.144969E-01  3.510988E-01  5.192112E-01  5.249890E-01  5.715045E-01  9.403965E-01

 8  5.820824E-02  5.820600E-02  5.819730E-02  5.823765E-02  5.823764E-02  5.820821E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
    5.715045E-01  4.077653E-01  3.481070E-01  5.249890E-01  5.192112E-01  5.428799E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

 9  5.820560E-02  5.820824E-02  5.820516E-02  5.823519E-02  5.823558E-02  5.820637E-02  5.817685E-02  5.817646E-02  1.381942E-01
    4.015801E-01  5.715045E-01  3.958598E-01  4.034367E-01  4.096745E-01  4.144969E-01  4.115495E-01  4.050296E-01  9.403965E-01

10  5.820516E-02  5.820821E-02  5.820560E-02  5.823477E-02  5.823519E-02  5.820600E-02  5.817646E-02  5.817605E-02  5.817887E-02
    3.958598E-01  5.428799E-01  4.015801E-01  3.976574E-01  4.034367E-01  4.077653E-01  4.050296E-01  3.990289E-01  5.928344E-01

    1.381942E-01
    9.403965E-01

11  5.823431E-02  5.823759E-02  5.823519E-02  5.826398E-02  5.826442E-02  5.823519E-02  5.820560E-02  5.820516E-02  5.820821E-02
    3.934085E-01  5.405099E-01  4.049672E-01  3.957974E-01  4.015177E-01  4.049672E-01  4.015801E-01  3.958598E-01  5.428799E-01

    5.820824E-02  1.382530E-01
    5.715045E-01  9.403341E-01

12  5.826398E-02  5.826707E-02  5.826442E-02  5.829369E-02  5.829412E-02  5.826483E-02  5.823519E-02  5.823477E-02  5.823764E-02
    3.957974E-01  5.428175E-01  4.015177E-01  3.989042E-01  4.049048E-01  4.077029E-01  4.034367E-01  3.976574E-01  5.192112E-01

    5.823765E-02  5.826711E-02  1.383120E-01
    5.249890E-01  5.714421E-01  9.402717E-01

13  5.826442E-02  5.826711E-02  5.826398E-02  5.829412E-02  5.829452E-02  5.826521E-02  5.823558E-02  5.823519E-02  5.823765E-02
    4.015177E-01  5.714421E-01  3.957974E-01  4.049048E-01  4.114247E-01  4.144345E-01  4.096745E-01  4.034367E-01  5.249890E-01

    5.823764E-02  5.826707E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
```

```
     5.192112E-01  5.428175E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

14   5.825599E-02  5.826398E-02  5.826711E-02  5.828583E-02  5.828667E-02  5.825764E-02  5.822787E-02  5.822704E-02  5.823477E-02
     3.480446E-01  3.957974E-01  5.714421E-01  3.495844E-01  3.526443E-01  3.541517E-01  3.523182E-01  3.492885E-01  3.976574E-01

     5.823519E-02  5.826483E-02  5.829412E-02  5.829369E-02  1.383120E-01
     4.034367E-01  4.077029E-01  4.049048E-01  3.989042E-01  9.402717E-01

15   5.825683E-02  5.826442E-02  5.826707E-02  5.828667E-02  5.828747E-02  5.825842E-02  5.822865E-02  5.822787E-02  5.823519E-02
     3.510365E-01  4.015177E-01  5.428175E-01  3.526443E-01  3.558337E-01  3.574008E-01  3.554735E-01  3.523182E-01  4.034367E-01

     5.823558E-02  5.826521E-02  5.829452E-02  5.829412E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
     4.096745E-01  4.144345E-01  4.114247E-01  4.049048E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

16   5.822787E-02  5.823519E-02  5.823759E-02  5.825764E-02  5.825842E-02  5.822941E-02  5.819970E-02  5.819893E-02  5.820600E-02
     3.527067E-01  4.049672E-01  5.405099E-01  3.541517E-01  3.574008E-01  3.592263E-01  3.574632E-01  3.542140E-01  4.077653E-01

     5.820637E-02  5.823594E-02  5.826521E-02  5.826483E-02  5.826707E-02  5.826711E-02  1.382530E-01
     4.144969E-01  4.186246E-01  4.144345E-01  4.077029E-01  5.428175E-01  5.714421E-01  9.403341E-01

17   5.819730E-02  5.820516E-02  5.820824E-02  5.822704E-02  5.822787E-02  5.819893E-02  5.816926E-02  5.816845E-02  5.817605E-02
     3.481070E-01  3.958598E-01  5.715045E-01  3.492885E-01  3.523182E-01  3.542140E-01  3.527691E-01  3.497092E-01  3.990289E-01

     5.817646E-02  5.820600E-02  5.823519E-02  5.823477E-02  5.823765E-02  5.823764E-02  5.820821E-02  1.381942E-01
     4.050296E-01  4.077653E-01  4.034367E-01  3.976574E-01  5.249890E-01  5.192112E-01  5.428799E-01  9.403965E-01

18   5.819813E-02  5.820560E-02  5.820821E-02  5.822787E-02  5.822865E-02  5.819970E-02  5.817003E-02  5.816926E-02  5.817646E-02
     3.510988E-01  4.015801E-01  5.428799E-01  3.523182E-01  3.554735E-01  3.574632E-01  3.559584E-01  3.527691E-01  4.050296E-01

     5.817685E-02  5.820637E-02  5.823558E-02  5.823519E-02  5.823764E-02  5.823765E-02  5.820824E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
     4.115495E-01  4.144969E-01  4.096745E-01  4.034367E-01  5.192112E-01  5.249890E-01  5.715045E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

19   5.800292E-02  5.801014E-02  5.801276E-02  5.803232E-02  5.803308E-02  5.800443E-02  5.797510E-02  5.797435E-02  5.798132E-02
     3.453462E-01  3.839944E-01  4.231142E-01  3.453152E-01  3.479395E-01  3.507913E-01  3.507296E-01  3.479155E-01  3.894635E-01

     5.798170E-02  5.801089E-02  5.803978E-02  5.803940E-02  5.804185E-02  5.804186E-02  5.801277E-02  5.798374E-02  5.798375E-02
     3.937519E-01  3.917601E-01  3.857345E-01  3.822252E-01  4.142892E-01  4.143992E-01  4.233925E-01  4.339722E-01  4.341575E-01

     4.290019E+00
```

```
      1.022010E+00

  20  5.801456E-02  5.801269E-02  5.800472E-02  5.804366E-02  5.804366E-02  5.801457E-02  5.798555E-02  5.798554E-02  5.798350E-02
      4.237135E-01  3.920188E-01  3.454202E-01  4.148252E-01  4.149367E-01  4.239964E-01  4.348566E-01  4.346678E-01  3.939886E-01

      5.798312E-02  5.801194E-02  5.804120E-02  5.804158E-02  5.803412E-02  5.803488E-02  5.800623E-02  5.797614E-02  5.797689E-02
      3.896744E-01  3.842044E-01  3.824521E-01  3.859838E-01  3.453990E-01  3.480295E-01  3.508770E-01  3.479842E-01  3.508037E-01

      5.778402E-02  6.778471E-01
      3.542309E-01  9.856045E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.286705E-01
      4.592164E-01

   2  1.118233E-01  1.229580E-01
      2.581376E-01  4.786101E-01

   3  1.076420E-01  1.066540E-01  1.183932E-01
      2.179139E-01  2.779068E-01  4.985950E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.407535E-01
      9.814460E-01

   1 -2.151234E-03 -2.837976E-02
     -2.056430E-02  1.788831E-02

   2  9.533617E-03  1.463413E-02  2.960480E-02
     -2.561386E-02  2.274877E-01  1.569568E-02
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.04985E+02	-9.57338E+00	2.97192E-03	1.85832E+05	3.09719E+03	3.40753E-01	9.81446E-01	4.07402E-06
Positive:	1.74797E+02	-1.84036E+00	3.63781E-04	2.89225E+05	4.82041E+03	1.46341E-02	2.27488E-01	7.46079E-06

SERIE P/ LT 500 KV CAPELINHA 3 – GOVERNADOR VALADARES 6 - I52

- **ESTRUTURA DE SUSPENSÃO LEVE – I52SL**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:12:59   Name of disk plot file is  i52sl.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.        |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                       0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                       01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-------------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                            |C data:I52SL.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.              |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120          |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.                |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                            |C  DATA: 05/04/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                            |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                            |C  LT 500 KV CAPELINHA 3 - GOVERNADOR VALADARES 6 C1 E C2
Comment card.   NUMDCD = 8.                            |C  CIRCUITO SIMPLES AUTOPORTANTE FEIXE CENTRAL MENOR
Comment card.   NUMDCD = 9.                            |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X ACAR 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                           |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                           |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW 13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                           |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                           |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                           |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                           |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                           |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                           |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                           |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                           |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Comment card.   NUMDCD = 20.                           |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4       |  1 .50 0.078530 4           2.678   -8.65   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4       |  1 .50 0.078530 4           2.678  -9.175   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4       |  1 .50 0.078530 4           2.678 -10.225   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4       |  1 .50 0.078530 4           2.678  -10.75   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4       |  1 .50 0.078530 4           2.678 -10.225   33.51   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4       |  1 .50 0.078530 4           2.678  -9.175   33.51   12.50     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678    0.48  44.801  23.791     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  44.206  23.196     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  44.206  23.196     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48  44.801  23.791     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  42.816  21.806     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  42.816  21.806     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   8.650   34.92   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   9.175   36.21   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  10.225   36.21   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   10.75   34.92   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  10.225   33.63   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   9.175   33.63   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144  -8.400  49.027  31.127     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400   8.400  49.027  31.007     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0

Line conductor table after sorting and initial processing.
 Table    Phase    Skin effect    Resistance   Reactance data specification     Diameter   Horizontal   Avg height
   Row  Number         R-type    R (Ohm/km)   X-type      X(Ohm/km) or GMR      (  cm  )     X (mtrs)     Y (mtrs)        Name
     1       1        .50000        .07853        4              .000000      2.67800       -8.650       20.793
     2       2        .50000        .07853        4              .000000      2.67800        0.480       30.794
     3       3        .50000        .07853        4              .000000      2.67800        8.650       20.833
     4       1        .50000        .07853        4              .000000      2.67800       -9.175       22.083
     5       1        .50000        .07853        4              .000000      2.67800      -10.225       22.083
     6       1        .50000        .07853        4              .000000      2.67800      -10.750       20.793
     7       1        .50000        .07853        4              .000000      2.67800      -10.225       19.503
     8       1        .50000        .07853        4              .000000      2.67800       -9.175       19.503
```

9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	30.199
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	30.199
11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	30.794
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	28.809
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	28.809
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	9.175	22.123
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.225	22.123
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.750	20.833
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.225	19.543
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	9.175	19.543
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-8.400	37.094
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	8.400	37.014

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1	1.010332E-08								
2	-8.562180E-11	1.100206E-08							
3	-8.774571E-11	-1.133828E-10	1.010365E-08						
4	-2.061762E-09	-1.054891E-10	-7.494769E-11	1.015714E-08					
5	-1.122100E-09	-9.127909E-11	-5.451743E-11	-2.696843E-09	1.013160E-08				
6	-1.068610E-09	-6.361063E-11	-4.632857E-11	-1.132778E-09	-2.093358E-09	1.006837E-08			
7	-1.124401E-09	-5.485161E-11	-5.916586E-11	-6.761488E-10	-8.260277E-10	-2.090003E-09	1.013594E-08		
8	-2.066627E-09	-6.434286E-11	-8.172486E-11	-8.072409E-10	-6.754102E-10	-1.131484E-09	-2.697829E-09	1.015028E-08	
9	-7.315216E-11	-2.964793E-09	-8.963306E-11	-8.724327E-11	-7.211919E-11	-4.962523E-11	-4.426040E-11	-5.439186E-11	1.222586E-08
10	-8.957328E-11	-1.572433E-09	-7.323528E-11	-1.121729E-10	-9.385356E-11	-6.285873E-11	-5.349747E-11	-6.436413E-11	-3.381217E-09

1.222562E-08

11 -1.134218E-10 -2.150593E-09 -8.567154E-11 -1.485718E-10 -1.298947E-10 -8.738447E-11 -7.122506E-11 -8.142356E-11 -1.572486E-09
-2.965230E-09 1.100127E-08

12 -1.684549E-10 -6.709439E-10 -1.445923E-10 -1.958290E-10 -1.526357E-10 -1.022848E-10 -9.402116E-11 -1.219115E-10 -1.070039E-09
-1.301269E-09 -8.494838E-10 1.114513E-08

13 -1.443449E-10 -8.489993E-10 -1.687267E-10 -1.609286E-10 -1.238434E-10 -8.503522E-11 -8.155534E-11 -1.074934E-10 -1.301005E-09
-1.070060E-09 -6.710403E-10 -4.316785E-09 1.114543E-08

14 -7.478563E-11 -1.482800E-10 -2.061274E-09 -6.764870E-11 -5.045831E-11 -4.104645E-11 -4.911932E-11 -6.692886E-11 -1.120518E-10
-8.717186E-11 -1.053392E-10 -1.608776E-10 -1.957652E-10 1.015785E-08

15 -5.437918E-11 -1.293557E-10 -1.121642E-09 -5.042385E-11 -3.887925E-11 -3.164456E-11 -3.679991E-11 -4.888222E-11 -9.354987E-11
-7.191873E-11 -9.096969E-11 -1.235784E-10 -1.522770E-10 -2.696148E-09 1.013229E-08

16 -4.631730E-11 -8.696924E-11 -1.068325E-09 -4.109661E-11 -3.169304E-11 -2.702480E-11 -3.304262E-11 -4.374641E-11 -6.263138E-11
-4.948998E-11 -6.339450E-11 -8.488842E-11 -1.020521E-10 -1.132317E-09 -2.092903E-09 1.006864E-08

17 -5.928607E-11 -7.101277E-11 -1.124221E-09 -4.929558E-11 -3.693120E-11 -3.309485E-11 -4.342925E-11 -5.840486E-11 -5.341106E-11
-4.424002E-11 -5.478740E-11 -8.161026E-11 -9.402295E-11 -6.758331E-10 -8.257296E-10 -2.089856E-09 1.013598E-08

18 -8.188184E-11 -8.137139E-11 -2.066425E-09 -6.718533E-11 -4.907142E-11 -4.381261E-11 -5.838154E-11 -7.991725E-11 -6.440189E-11
-5.447205E-11 -6.440117E-11 -1.077371E-10 -1.221412E-10 -8.069133E-10 -6.751103E-10 -1.131330E-09 -2.697772E-09 1.015036E-08

19 -1.731615E-10 -3.431879E-10 -7.370572E-11 -2.624947E-10 -2.836649E-10 -2.087226E-10 -1.518876E-10 -1.353429E-10 -2.106209E-10
-2.583649E-10 -4.445261E-10 -2.811697E-10 -2.352438E-10 -9.169067E-11 -8.747971E-11 -6.613683E-11 -5.639489E-11 -6.012345E-11
6.353055E-09

```
  20 -7.754406E-11 -4.672454E-10 -1.827771E-10 -9.658606E-11 -9.219282E-11 -6.964653E-11 -5.931284E-11 -6.320299E-11 -2.717015E-10

     -2.215712E-10 -3.608463E-10 -2.476395E-10 -2.958467E-10 -2.771204E-10 -2.992401E-10 -2.199650E-10 -1.600422E-10 -1.427317E-10

     -5.022525E-10  6.646351E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.620541E-08

   2 -3.492567E-09  1.533260E-08

   3 -1.899039E-09 -3.489412E-09  1.621719E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  9.997721E-09
      0.000000E+00

   1  4.080406E-10 -3.855682E-10
     -7.153701E-10 -6.646655E-10

   2  4.080406E-10  1.887874E-08 -3.855682E-10
      7.153701E-10 -2.632883E-25  6.646655E-10

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382538E-01
      9.403333E-01

   2  5.801051E-02  1.378032E-01
      4.002207E-01  9.408155E-01

   3  5.823292E-02  5.800984E-02  1.382519E-01
      3.815131E-01  4.039815E-01  9.403353E-01
   4  5.820900E-02  5.798135E-02  5.820327E-02  1.381950E-01
```

```
    5.715037E-01  4.033074E-01  3.791056E-01  9.403957E-01

 5  5.820897E-02  5.798104E-02  5.820269E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
    5.428791E-01  3.988195E-01  3.748101E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

 6  5.823835E-02  5.800989E-02  5.823175E-02  5.820897E-02  5.820900E-02  1.382538E-01
    5.405091E-01  3.923199E-01  3.728753E-01  5.428791E-01  5.715037E-01  9.403333E-01

 7  5.826784E-02  5.803912E-02  5.826147E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
    5.428167E-01  3.897192E-01  3.747260E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

 8  5.826787E-02  5.803943E-02  5.826206E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
    5.714413E-01  3.932045E-01  3.790188E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

 9  5.802397E-02  5.780113E-02  5.802319E-02  5.799479E-02  5.799449E-02  5.802336E-02  5.805261E-02  5.805292E-02  1.378297E-01
    4.035993E-01  6.305994E-01  4.057353E-01  4.066714E-01  4.018948E-01  3.952104E-01  3.926274E-01  3.963166E-01  9.407869E-01

10  5.802409E-02  5.780112E-02  5.802307E-02  5.799492E-02  5.799463E-02  5.802352E-02  5.805276E-02  5.805305E-02  5.781437E-02
    4.055560E-01  6.017521E-01  4.037696E-01  4.089302E-01  4.041113E-01  3.971568E-01  3.943525E-01  3.980233E-01  6.506890E-01

    1.378297E-01
    9.407869E-01

11  5.801074E-02  5.778788E-02  5.800961E-02  5.798160E-02  5.798132E-02  5.801019E-02  5.803940E-02  5.803969E-02  5.780112E-02
    4.037996E-01  6.000101E-01  4.003862E-01  4.074546E-01  4.029201E-01  3.959281E-01  3.929075E-01  3.963404E-01  6.017521E-01

    5.780113E-02  1.378032E-01
    6.305994E-01  9.408155E-01

12  5.805544E-02  5.783208E-02  5.805441E-02  5.802621E-02  5.802593E-02  5.805486E-02  5.808416E-02  5.808445E-02  5.784536E-02
    4.117468E-01  5.404691E-01  4.096188E-01  4.146563E-01  4.090979E-01  4.020195E-01  3.995654E-01  4.038163E-01  5.676253E-01

    5.784536E-02  5.783209E-02  1.378918E-01
    5.720412E-01  5.446652E-01  9.407200E-01

13  5.805531E-02  5.783209E-02  5.805454E-02  5.802608E-02  5.802578E-02  5.805471E-02  5.808401E-02  5.808432E-02  5.784536E-02
    4.094493E-01  5.446652E-01  4.119269E-01  4.120373E-01  4.065761E-01  3.998110E-01  3.975894E-01  4.018317E-01  5.720412E-01
    5.784536E-02  5.783208E-02  5.787640E-02  1.378918E-01
    5.676253E-01  5.404691E-01  6.506221E-01  9.407200E-01
```

```
14  5.820327E-02  5.798070E-02  5.820718E-02  5.817367E-02  5.817308E-02  5.820208E-02  5.823175E-02  5.823235E-02  5.799402E-02
    3.790812E-01  4.076290E-01  5.715056E-01  3.771329E-01  3.729376E-01  3.707258E-01  3.721941E-01  3.763099E-01  4.090992E-01

    5.799389E-02  5.798045E-02  5.802518E-02  5.802531E-02  1.381932E-01
    4.068307E-01  4.034637E-01  4.121895E-01  4.148194E-01  9.403976E-01

15  5.820269E-02  5.798042E-02  5.820714E-02  5.817308E-02  5.817245E-02  5.820143E-02  5.823111E-02  5.823175E-02  5.799373E-02
    3.747884E-01  4.030748E-01  5.428810E-01  3.729376E-01  3.689636E-01  3.668701E-01  3.682876E-01  3.721941E-01  4.042601E-01

    5.799359E-02  5.798014E-02  5.802488E-02  5.802502E-02  5.817781E-02  1.381932E-01
    4.020352E-01  3.989583E-01  4.067079E-01  4.092388E-01  5.928356E-01  9.403976E-01

16  5.823175E-02  5.800929E-02  5.823652E-02  5.820208E-02  5.820143E-02  5.823044E-02  5.826019E-02  5.826084E-02  5.802262E-02
    3.728753E-01  3.960758E-01  5.405110E-01  3.707453E-01  3.668877E-01  3.651262E-01  3.668077E-01  3.706634E-01  3.973004E-01

    5.802246E-02  5.800899E-02  5.805380E-02  5.805396E-02  5.820714E-02  5.820718E-02  1.382519E-01
    3.953468E-01  3.924542E-01  3.999424E-01  4.021588E-01  5.428810E-01  5.715056E-01  9.403353E-01

17  5.826147E-02  5.803850E-02  5.826601E-02  5.823175E-02  5.823111E-02  5.826019E-02  5.828997E-02  5.829062E-02  5.805186E-02
    3.747478E-01  3.930615E-01  5.428186E-01  3.722347E-01  3.683242E-01  3.668254E-01  3.688388E-01  3.728129E-01  3.945042E-01

    5.805171E-02  5.803822E-02  5.808310E-02  5.808325E-02  5.823657E-02  5.823659E-02  5.826604E-02  1.383109E-01
    3.927724E-01  3.898608E-01  3.977333E-01  3.997171E-01  5.192123E-01  5.249901E-01  5.714433E-01  9.402729E-01

18  5.826206E-02  5.803878E-02  5.826604E-02  5.823235E-02  5.823175E-02  5.826084E-02  5.829062E-02  5.829123E-02  5.805215E-02
    3.790432E-01  3.965091E-01  5.714433E-01  3.763553E-01  3.722347E-01  3.706829E-01  3.728129E-01  3.770082E-01  3.981904E-01

    5.805202E-02  5.803853E-02  5.808341E-02  5.808354E-02  5.823659E-02  5.823657E-02  5.826601E-02  5.829554E-02  1.383109E-01
    3.964764E-01  3.933598E-01  4.019928E-01  4.039860E-01  5.249901E-01  5.192123E-01  5.428186E-01  5.927108E-01  9.402729E-01

19  5.787040E-02  5.764728E-02  5.786547E-02  5.784160E-02  5.784156E-02  5.787033E-02  5.789920E-02  5.789924E-02  5.766047E-02
    3.863834E-01  4.170620E-01  3.586183E-01  3.925393E-01  3.920865E-01  3.856168E-01  3.802150E-01  3.805455E-01  4.158791E-01

    5.766058E-02  5.764749E-02  5.769130E-02  5.769119E-02  5.783645E-02  5.783593E-02  5.786442E-02  5.789351E-02  5.789404E-02
    4.185067E-01  4.225755E-01  4.120737E-01  4.098445E-01  3.601816E-01  3.575848E-01  3.537799E-01  3.523542E-01  3.546082E-01
    4.289738E+00
    1.022316E+00
```

```
  20  5.786815E-02  5.764926E-02  5.787130E-02  5.783913E-02  5.783860E-02  5.786710E-02  5.789619E-02  5.789672E-02  5.766235E-02
      3.587037E-01  4.229441E-01  3.869395E-01  3.602634E-01  3.576610E-01  3.538547E-01  3.524322E-01  3.546911E-01  4.188691E-01

      5.766224E-02  5.764905E-02  5.769296E-02  5.769307E-02  5.784249E-02  5.784245E-02  5.787122E-02  5.790010E-02  5.790014E-02
      4.162168E-01  4.173799E-01  4.101910E-01  4.124416E-01  3.931419E-01  3.926818E-01  3.861615E-01  3.807246E-01  3.810597E-01

      5.750794E-02  6.775661E-01
      3.845053E-01  9.859099E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.142779E-01
      4.969965E-01

   2  1.087527E-01  1.320721E-01
      2.653978E-01  4.888147E-01

   3  1.024750E-01  1.110904E-01  1.182195E-01
      2.464380E-01  2.571335E-01  4.818439E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.364019E-01
      1.001865E+00

   1 -1.293370E-02 -8.905784E-03
      9.294959E-03  4.324999E-03

   2  2.037350E-03  1.408380E-02  8.962556E-03
     -2.327255E-03  2.328953E-01  5.073885E-03

Sequence       Surge impedance       Attenuation   velocity    Wavelength   Resistance    Reactance   Susceptance
         magnitude(Ohm) angle(degr.)     db/km        km/sec        km          Ohm/km        Ohm/km      mho/km
   Zero :  5.29526E+02 -9.28040E+00  2.79562E-03  1.91396E+05  3.18994E+03  3.36402E-01  1.00186E+00  3.76905E-06
Positive:  1.81061E+02 -1.73031E+00  3.37970E-04  2.92685E+05  4.87808E+03  1.40838E-02  2.32895E-01  7.11712E-06
```

- **ESTRUTURA DE SUSPENSÃO PESADA– I52SP**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:14:21   Name of disk plot file is  i52sp.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I52SP.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/04/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT 500 KV CAPELINHA 3 - GOVERNADOR VALADARES 6 C1 E C2
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  CIRCUITO SIMPLES AUTOPORTANTE FEIXE CENTRAL MENOR
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X ACAR 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW 13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678   -9.85   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -10.375   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -11.425   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -11.95   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -11.425   33.51   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -10.375   33.51   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678    0.48  44.801  23.791     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  44.206  23.196     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  44.206  23.196     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48  44.801  23.791     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  42.816  21.806     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  42.816  21.806     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   9.850   34.92   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  10.375   36.21   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  11.425   36.21   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   11.95   34.92   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  11.425   33.63   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  10.375   33.63   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144  -8.400  49.027  31.127     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400   8.400  49.027  31.007     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-9.850	20.793	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.480	30.794	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	9.850	20.833	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-10.375	22.083	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.425	22.083	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.950	20.793	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.425	19.503	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-10.375	19.503	
9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	30.199	
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	30.199	

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	30.794
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	28.809
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	28.809
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.375	22.123
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.425	22.123
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.950	20.833
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.425	19.543
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.375	19.543
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-8.400	37.094
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	8.400	37.014

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.009544E-08

2 -8.383099E-11 1.099883E-08

3 -7.118467E-11 -1.115273E-10 1.009577E-08

4 -2.070787E-09 -1.010484E-10 -6.191558E-11 1.014639E-08

5 -1.129540E-09 -8.670759E-11 -4.599632E-11 -2.705898E-09 1.012382E-08

6 -1.073885E-09 -6.104222E-11 -3.895868E-11 -1.139115E-09 -2.098810E-09 1.006451E-08

7 -1.129373E-09 -5.385254E-11 -4.889327E-11 -6.818584E-10 -8.308190E-10 -2.093442E-09 1.013272E-08

8 -2.072802E-09 -6.393661E-11 -6.652047E-11 -8.141508E-10 -6.810779E-10 -1.135563E-09 -2.701775E-09 1.014534E-08

9 -7.055877E-11 -2.967660E-09 -8.678281E-11 -8.215721E-11 -6.757593E-11 -4.719728E-11 -4.317775E-11 -5.353383E-11 1.222335E-08

10 -8.679268E-11 -1.575225E-09 -7.058476E-11 -1.053139E-10 -8.722527E-11 -5.934284E-11 -5.211745E-11 -6.370230E-11 -3.383676E-09
1.222312E-08

11 -1.116510E-10 -2.153708E-09 -8.381514E-11 -1.415867E-10 -1.219677E-10 -8.300032E-11 -6.975233E-11 -8.147064E-11 -1.575278E-09
-2.968091E-09 1.099804E-08

12 -1.591824E-10 -6.768965E-10 -1.360823E-10 -1.796182E-10 -1.396915E-10 -9.569988E-11 -9.076295E-11 -1.184862E-10 -1.075184E-09
-1.306485E-09 -8.555513E-10 1.113448E-08

13 -1.359509E-10 -8.550759E-10 -1.593151E-10 -1.480083E-10 -1.141306E-10 -8.004326E-11 -7.877833E-11 -1.040099E-10 -1.306228E-09
-1.075205E-09 -6.769926E-10 -4.327324E-09 1.113476E-08

14 -6.179519E-11 -1.411772E-10 -2.070303E-09 -5.665591E-11 -4.323408E-11 -3.530229E-11 -4.169064E-11 -5.583145E-11 -1.051042E-10
-8.202261E-11 -1.008225E-10 -1.478503E-10 -1.794093E-10 1.014709E-08

15 -4.588954E-11 -1.213617E-10 -1.129088E-09 -4.320826E-11 -3.402952E-11 -2.772201E-11 -3.173318E-11 -4.147930E-11 -8.687404E-11
-6.734270E-11 -8.635680E-11 -1.138186E-10 -1.392669E-10 -2.705214E-09 1.012449E-08

16 -3.894757E-11 -8.256240E-11 -1.073609E-09 -3.534250E-11 -2.776222E-11 -2.345011E-11 -2.800440E-11 -3.660211E-11 -5.909801E-11
-4.704812E-11 -6.080952E-11 -7.987285E-11 -9.543904E-11 -1.138669E-09 -2.098380E-09 1.006476E-08

17 -4.898063E-11 -6.952209E-11 -1.129205E-09 -4.182722E-11 -3.183936E-11 -2.804745E-11 -3.585154E-11 -4.774197E-11 -5.201535E-11
-4.314189E-11 -5.377059E-11 -7.880038E-11 -9.073114E-11 -6.815557E-10 -8.305387E-10 -2.093312E-09 1.013274E-08

18 -6.663390E-11 -8.137911E-11 -2.072612E-09 -5.602512E-11 -4.162862E-11 -3.665710E-11 -4.772756E-11 -6.461306E-11 -6.370624E-11
-5.358191E-11 -6.395796E-11 -1.041842E-10 -1.186420E-10 -8.138324E-10 -6.807883E-10 -1.135421E-09 -2.701733E-09 1.014540E-08

19 -1.828070E-10 -3.449930E-10 -7.390874E-11 -2.714311E-10 -2.849748E-10 -2.071280E-10 -1.526599E-10 -1.408202E-10 -2.125521E-10
-2.602865E-10 -4.462482E-10 -2.861348E-10 -2.401208E-10 -9.126720E-11 -8.646904E-11 -6.535590E-11 -5.617448E-11 -6.039479E-11
6.356789E-09

20 -7.779278E-11 -4.690947E-10 -1.929404E-10 -9.617446E-11 -9.114101E-11 -6.882604E-11 -5.908791E-11 -6.350987E-11 -2.737510E-10

```
     -2.236210E-10 -3.627665E-10 -2.528045E-10 -3.011188E-10 -2.864821E-10 -3.004992E-10 -2.181962E-10 -1.608148E-10 -1.484958E-10

     -5.018756E-10  6.650454E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.599042E-08

   2 -3.322905E-09  1.515541E-08

   3 -1.589723E-09 -3.317777E-09  1.600173E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.022892E-08
      0.000000E+00

   1  4.244377E-10 -4.370257E-10
     -7.446372E-10 -7.563425E-10

   2  4.244377E-10  1.845932E-08 -4.370257E-10
      7.446372E-10  1.236445E-25  7.563425E-10

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382538E-01
      9.403333E-01

   2  5.801017E-02  1.378032E-01
      3.957020E-01  9.408155E-01

   3  5.823157E-02  5.800954E-02  1.382519E-01
      3.717183E-01  3.994804E-01  9.403353E-01

   4  5.820900E-02  5.798099E-02  5.820190E-02  1.381950E-01
```

```
    5.715037E-01  3.981848E-01  3.696229E-01  9.403957E-01

 5  5.820897E-02  5.798065E-02  5.820124E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
    5.428791E-01  3.937993E-01  3.658208E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

 6  5.823835E-02  5.800948E-02  5.823025E-02  5.820897E-02  5.820900E-02  1.382538E-01
    5.405091E-01  3.878611E-01  3.640814E-01  5.428791E-01  5.715037E-01  9.403333E-01

 7  5.826784E-02  5.803873E-02  5.825999E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
    5.428167E-01  3.857145E-01  3.657413E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

 8  5.826787E-02  5.803907E-02  5.826066E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
    5.714413E-01  3.892189E-01  3.695416E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

 9  5.802364E-02  5.780113E-02  5.802288E-02  5.799444E-02  5.799411E-02  5.802296E-02  5.805223E-02  5.805257E-02  1.378297E-01
    3.987932E-01  6.305994E-01  4.009127E-01  4.012213E-01  3.965804E-01  3.905058E-01  3.884025E-01  3.920988E-01  9.407869E-01

10  5.802378E-02  5.780112E-02  5.802274E-02  5.799459E-02  5.799427E-02  5.802313E-02  5.805239E-02  5.805272E-02  5.781437E-02
    4.007548E-01  6.017521E-01  3.989431E-01  4.034303E-01  3.987294E-01  3.924146E-01  3.901256E-01  3.938248E-01  6.506890E-01

    1.378297E-01
    9.407869E-01

11  5.801044E-02  5.778788E-02  5.800927E-02  5.798128E-02  5.798097E-02  5.800981E-02  5.803904E-02  5.803936E-02  5.780112E-02
    3.993188E-01  6.000101E-01  3.958489E-01  4.022756E-01  3.978049E-01  3.914225E-01  3.889186E-01  3.924115E-01  6.017521E-01

    5.780113E-02  1.378032E-01
    6.305994E-01  9.408155E-01

12  5.805512E-02  5.783208E-02  5.805408E-02  5.802588E-02  5.802556E-02  5.805447E-02  5.808378E-02  5.808411E-02  5.784536E-02
    4.061448E-01  5.404691E-01  4.040350E-01  4.083209E-01  4.030084E-01  3.966644E-01  3.947462E-01  3.989596E-01  5.676253E-01

    5.784536E-02  5.783209E-02  1.378918E-01
    5.720412E-01  5.446652E-01  9.407200E-01

13  5.805498E-02  5.783209E-02  5.805422E-02  5.802573E-02  5.802540E-02  5.805430E-02  5.808362E-02  5.808396E-02  5.784536E-02
    4.038886E-01  5.446652E-01  4.063002E-01  4.058137E-01  4.006070E-01  3.945322E-01  3.928023E-01  3.969865E-01  5.720412E-01

    5.784536E-02  5.783208E-02  5.787640E-02  1.378918E-01
```

```
     5.676253E-01  5.404691E-01  6.506221E-01  9.407200E-01

14   5.820190E-02  5.798038E-02  5.820718E-02  5.817227E-02  5.817160E-02  5.820055E-02  5.823025E-02  5.823093E-02  5.799369E-02
     3.696040E-01  4.024277E-01  5.715056E-01  3.678656E-01  3.641438E-01  3.621850E-01  3.635409E-01  3.672071E-01  4.035764E-01

     5.799354E-02  5.798009E-02  5.802483E-02  5.802498E-02  1.381932E-01
     4.013592E-01  3.983214E-01  4.059429E-01  4.084589E-01  9.403976E-01

15   5.820124E-02  5.798007E-02  5.820714E-02  5.817160E-02  5.817090E-02  5.819983E-02  5.822954E-02  5.823025E-02  5.799337E-02
     3.658036E-01  3.979401E-01  5.428810E-01  3.641438E-01  3.605971E-01  3.587316E-01  3.600425E-01  3.635409E-01  3.988585E-01

     5.799321E-02  5.797975E-02  5.802450E-02  5.802466E-02  5.817781E-02  1.381932E-01
     3.967024E-01  3.939209E-01  4.007196E-01  4.031283E-01  5.928356E-01  9.403976E-01

16   5.823025E-02  5.800891E-02  5.823652E-02  5.820055E-02  5.819983E-02  5.822879E-02  5.825856E-02  5.825929E-02  5.802223E-02
     3.640814E-01  3.915536E-01  5.405110E-01  3.622005E-01  3.587458E-01  3.571475E-01  3.586692E-01  3.621226E-01  3.925414E-01

     5.802206E-02  5.800858E-02  5.805340E-02  5.805357E-02  5.820714E-02  5.820718E-02  1.382519E-01
     3.906263E-01  3.879805E-01  3.946466E-01  3.967854E-01  5.428810E-01  5.715056E-01  9.403353E-01

17   5.825999E-02  5.803814E-02  5.826601E-02  5.823025E-02  5.822954E-02  5.825856E-02  5.828837E-02  5.828909E-02  5.805149E-02
     3.657584E-01  3.890573E-01  5.428186E-01  3.635732E-01  3.600719E-01  3.586834E-01  3.604724E-01  3.640190E-01  3.902613E-01

     5.805132E-02  5.803782E-02  5.808272E-02  5.808288E-02  5.823657E-02  5.823659E-02  5.826604E-02  1.383109E-01
     3.885321E-01  3.858419E-01  3.929292E-01  3.948797E-01  5.192123E-01  5.249901E-01  5.714433E-01  9.402729E-01

18   5.826066E-02  5.803846E-02  5.826604E-02  5.823093E-02  5.823025E-02  5.825929E-02  5.828909E-02  5.828978E-02  5.805181E-02
     3.695606E-01  3.925636E-01  5.714433E-01  3.672426E-01  3.635732E-01  3.621382E-01  3.640190E-01  3.677408E-01  3.939745E-01

     5.805167E-02  5.803817E-02  5.808306E-02  5.808321E-02  5.823659E-02  5.823657E-02  5.826601E-02  5.829554E-02  1.383109E-01
     3.922417E-01  3.893587E-01  3.971281E-01  3.991089E-01  5.249901E-01  5.192123E-01  5.428186E-01  5.927108E-01  9.402729E-01

19   5.787037E-02  5.764728E-02  5.786489E-02  5.784155E-02  5.784148E-02  5.787023E-02  5.789912E-02  5.789919E-02  5.766047E-02
     3.860952E-01  4.170620E-01  3.558461E-01  3.919926E-01  3.911389E-01  3.846453E-01  3.795199E-01  3.801463E-01  4.158791E-01

     5.766058E-02  5.764749E-02  5.769130E-02  5.769119E-02  5.783585E-02  5.783530E-02  5.786376E-02  5.789286E-02  5.789343E-02
     4.185067E-01  4.225755E-01  4.120737E-01  4.098445E-01  3.572162E-01  3.546555E-01  3.510500E-01  3.497878E-01  3.520327E-01

     4.289738E+00
```

```
      1.022316E+00

  20  5.786756E-02  5.764926E-02  5.787127E-02  5.783853E-02  5.783797E-02  5.786644E-02  5.789554E-02  5.789611E-02  5.766235E-02
      3.559252E-01  4.229441E-01  3.866469E-01  3.572916E-01  3.547257E-01  3.511194E-01  3.498604E-01  3.521099E-01  4.188691E-01

      5.766224E-02  5.764905E-02  5.769296E-02  5.769307E-02  5.784244E-02  5.784237E-02  5.787112E-02  5.790002E-02  5.790009E-02
      4.162168E-01  4.173799E-01  4.101910E-01  4.124416E-01  3.925865E-01  3.917193E-01  3.851761E-01  3.800201E-01  3.806550E-01

      5.750794E-02  6.775661E-01
      3.845053E-01  9.859099E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.135941E-01
      4.985990E-01

   2  1.083436E-01  1.320751E-01
      2.613390E-01  4.888875E-01

   3  1.018593E-01  1.108448E-01  1.177797E-01
      2.387975E-01  2.524670E-01  4.824586E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.351814E-01
      9.917174E-01

   1 -1.405524E-02 -1.110737E-02
      9.507651E-03  5.524841E-03

   2  2.670837E-03  1.413374E-02  1.120958E-02
     -2.489597E-03  2.391139E-01  6.290844E-03

Sequence       Surge impedance       Attenuation   velocity    Wavelength   Resistance    Reactance   Susceptance
         magnitude(Ohm) angle(degr.)     db/km       km/sec        km          Ohm/km        Ohm/km      mho/km
   Zero :  5.21024E+02 -9.33713E+00  2.83139E-03  1.90154E+05  3.16923E+03  3.35181E-01  9.91717E-01  3.85621E-06
Positive:  1.85527E+02 -1.69138E+00  3.30996E-04  2.92123E+05  4.86872E+03  1.41337E-02  2.39114E-01  6.95900E-06
```

- **ESTRUTURA DE TRANSPOSIÇÃO – I52TR**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:15:28   Name of disk plot file is  i52tr.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I52TR.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/04/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT 500 KV CAPELINHA 3 - GOVERNADOR VALADARES 6 C1 E C2
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  CIRCUITO SIMPLES AUTOPORTANTE TRANSPOSIÇÃO
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X ACAR 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW 13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -9.850   43.90   22.89     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -10.375   45.19   24.18     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -11.425   45.19   24.18     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -11.950   43.90   22.89     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -11.425   42.61   21.60     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -10.375   42.61   21.60     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678    0.48  52.611  31.601     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  53.306  32.296     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  53.306  29.296     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48  52.661  31.601     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  51.916  30.906     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  51.915  30.906     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   9.750   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  10.275   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  11.325   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   11.85   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  11.325   33.51   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  10.275   33.51   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144  -8.400  58.127  40.227     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400   8.400  58.127  40.100     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-9.850	29.893	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.480	38.604	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	9.750	20.793	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-10.375	31.183	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.425	31.183	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.950	29.893	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.425	28.603	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-10.375	28.603	
9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	39.299	
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	37.299	

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	38.621
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	37.909
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	37.909
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.275	22.083
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.325	22.083
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.850	20.793
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.325	19.503
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.275	19.503
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-8.400	46.194
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	8.400	46.109

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.008077E-08

2 -9.168005E-11 1.155405E-08

3 -7.547446E-11 -6.229347E-11 1.006983E-08

4 -2.083473E-09 -1.023084E-10 -5.993171E-11 1.013502E-08

5 -1.143430E-09 -8.457292E-11 -4.755350E-11 -2.718587E-09 1.010943E-08

6 -1.090682E-09 -6.214806E-11 -4.799938E-11 -1.154193E-09 -2.115912E-09 1.004383E-08

7 -1.150243E-09 -6.017297E-11 -6.594468E-11 -7.000643E-10 -8.511609E-10 -2.118369E-09 1.010198E-08

8 -2.092618E-09 -7.374950E-11 -8.250623E-11 -8.311339E-10 -6.997025E-10 -1.158380E-09 -2.730328E-09 1.011834E-08

9 -1.157651E-10 -2.945387E-09 -6.607532E-11 -1.383423E-10 -1.192127E-10 -8.580433E-11 -7.767357E-11 -9.081074E-11 1.063407E-08

10 -1.845297E-10 -9.106970E-10 -9.189558E-11 -1.996846E-10 -1.545162E-10 -1.107318E-10 -1.109477E-10 -1.439214E-10 -6.930589E-10
1.095800E-08

11 -1.281114E-10 -1.749769E-09 -5.227187E-11 -1.541249E-10 -1.286455E-10 -8.974015E-11 -8.066152E-11 -9.675167E-11 -2.188951E-09
-1.190472E-09 1.121533E-08

12 -1.069786E-10 -1.285324E-09 -4.934496E-11 -1.210863E-10 -9.666967E-11 -6.831769E-11 -6.532871E-11 -8.220252E-11 -8.602883E-10
-3.001831E-09 -2.368948E-09 1.252665E-08

13 -9.836412E-11 -2.456384E-09 -6.248926E-11 -1.055926E-10 -8.350526E-11 -6.127446E-11 -6.180013E-11 -7.885500E-11 -1.011876E-09
-2.260606E-09 -1.319870E-09 -3.212563E-09 1.220205E-08

14 -7.844165E-11 -8.210722E-11 -2.099046E-09 -6.433851E-11 -5.054560E-11 -4.864603E-11 -6.479653E-11 -8.224242E-11 -8.714055E-11
-1.149415E-10 -6.609515E-11 -6.203740E-11 -8.069633E-11 1.011468E-08

15 -6.156897E-11 -7.700927E-11 -1.151720E-09 -5.196917E-11 -4.126393E-11 -3.875078E-11 -5.014725E-11 -6.333045E-11 -8.296671E-11
-1.013781E-10 -6.036434E-11 -5.547177E-11 -7.351769E-11 -2.730966E-09 1.010396E-08

16 -4.559848E-11 -5.482308E-11 -1.089382E-09 -3.830508E-11 -3.098437E-11 -2.977982E-11 -3.876838E-11 -4.805643E-11 -5.994433E-11
-7.091690E-11 -4.332210E-11 -3.916547E-11 -5.169217E-11 -1.156451E-09 -2.112440E-09 1.005514E-08

17 -4.748932E-11 -4.435515E-11 -1.144615E-09 -3.838782E-11 -3.136260E-11 -3.182089E-11 -4.300230E-11 -5.251806E-11 -4.849313E-11
-6.034606E-11 -3.642593E-11 -3.313918E-11 -4.262207E-11 -6.985666E-10 -8.438513E-10 -2.102529E-09 1.012369E-08

18 -6.206949E-11 -4.743327E-11 -2.092724E-09 -4.883926E-11 -3.954297E-11 -4.106904E-11 -5.686408E-11 -6.977288E-11 -5.102356E-11
-6.943624E-11 -4.033932E-11 -3.756064E-11 -4.718443E-11 -8.358556E-10 -6.980088E-10 -1.147465E-09 -2.713671E-09 1.012969E-08

19 -2.017494E-10 -2.570761E-10 -5.684624E-11 -2.911511E-10 -3.055790E-10 -2.278677E-10 -1.750322E-10 -1.621771E-10 -4.296180E-10
-2.906019E-10 -3.662774E-10 -2.179441E-10 -1.939360E-10 -7.149267E-11 -6.924826E-11 -5.295188E-11 -4.479289E-11 -4.667796E-11
6.305530E-09

20 -1.054654E-10 -3.778543E-10 -1.194949E-10 -1.236335E-10 -1.158205E-10 -9.100632E-11 -8.357450E-11 -9.094650E-11 -5.176148E-10

```
     -3.042854E-10 -3.082970E-10 -2.071501E-10 -2.726791E-10 -1.692568E-10 -1.810464E-10 -1.393516E-10 -1.070077E-10 -9.767455E-11

     -5.695334E-10  6.517358E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.531281E-08

   2 -3.714582E-09  1.417810E-08

   3 -1.869683E-09 -2.206320E-09  1.536241E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  9.757384E-09
      0.000000E+00

   1 -1.441785E-11  5.713950E-10
     -8.744597E-10 -7.232703E-10

   2 -1.441785E-11  1.754797E-08  5.713950E-10
      8.744597E-10 -4.036013E-25  7.232703E-10

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.378434E-01
      9.407722E-01

   2  5.763347E-02  1.374591E-01
      4.007895E-01  9.411902E-01

   3  5.802646E-02  5.783550E-02  1.382538E-01
      3.649618E-01  3.707094E-01  9.403333E-01

   4  5.779928E-02  5.760490E-02  5.799714E-02  1.377859E-01
```

```
    5.719424E-01  4.028759E-01  3.614512E-01  9.408342E-01

 5  5.779925E-02  5.760459E-02  5.799652E-02  5.777058E-02  1.377859E-01
    5.433178E-01  3.979953E-01  3.583919E-01  5.932722E-01  9.408342E-01

 6  5.782795E-02  5.763284E-02  5.802521E-02  5.779925E-02  5.779928E-02  1.378434E-01
    5.409480E-01  3.920242E-01  3.585397E-01  5.433178E-01  5.719424E-01  9.407722E-01

 7  5.785675E-02  5.766147E-02  5.805460E-02  5.782800E-02  5.782801E-02  5.785678E-02  1.379010E-01
    5.432557E-01  3.901783E-01  3.616540E-01  5.196492E-01  5.254271E-01  5.718804E-01  9.407101E-01

 8  5.785678E-02  5.766178E-02  5.805523E-02  5.782801E-02  5.782800E-02  5.785675E-02  5.788560E-02  1.379010E-01
    5.718804E-01  3.941022E-01  3.650082E-01  5.254271E-01  5.196492E-01  5.432557E-01  5.931481E-01  9.407101E-01

 9  5.761821E-02  5.742857E-02  5.781995E-02  5.758967E-02  5.758937E-02  5.761760E-02  5.764620E-02  5.764651E-02  1.374288E-01
    3.992309E-01  6.206756E-01  3.680506E-01  4.016588E-01  3.970179E-01  3.909435E-01  3.888403E-01  3.925367E-01  9.412235E-01

10  5.766245E-02  5.747224E-02  5.786442E-02  5.763385E-02  5.763356E-02  5.766186E-02  5.769053E-02  5.769082E-02  5.745706E-02
    4.089050E-01  5.670636E-01  3.736757E-01  4.107962E-01  4.052075E-01  3.988923E-01  3.971787E-01  4.016369E-01  5.428325E-01

    1.375162E-01
    9.411277E-01

11  5.763335E-02  5.744336E-02  5.783487E-02  5.760479E-02  5.760451E-02  5.763277E-02  5.766139E-02  5.766168E-02  5.742820E-02
    4.048451E-01  6.003738E-01  3.689457E-01  4.074298E-01  4.023975E-01  3.959265E-01  3.937075E-01  3.976542E-01  5.978646E-01

    5.747188E-02  1.374584E-01
    5.750745E-01  9.411910E-01

12  5.764899E-02  5.745891E-02  5.785081E-02  5.762041E-02  5.762011E-02  5.764840E-02  5.767704E-02  5.767734E-02  5.744374E-02
    4.065827E-01  5.969655E-01  3.716690E-01  4.087586E-01  4.034461E-01  3.971023E-01  3.951842E-01  3.993976E-01  5.680621E-01

    5.748745E-02  5.745855E-02  1.374895E-01
    6.345281E-01  6.190354E-01  9.411570E-01

13  5.764887E-02  5.745892E-02  5.785095E-02  5.762028E-02  5.761997E-02  5.764825E-02  5.767690E-02  5.767721E-02  5.744375E-02
    4.043277E-01  6.206099E-01  3.725983E-01  4.062525E-01  4.010456E-01  3.949711E-01  3.932414E-01  3.974257E-01  5.724598E-01

    5.748745E-02  5.745855E-02  5.747411E-02  1.374895E-01
```

```
     6.157829E-01  5.960824E-01  6.510590E-01  9.411569E-01

14   5.799714E-02  5.780662E-02  5.820900E-02  5.796787E-02  5.796724E-02  5.799587E-02  5.802521E-02  5.802585E-02  5.779110E-02
     3.650704E-01  3.740903E-01  5.715037E-01  3.617579E-01  3.586019E-01  3.584861E-01  3.613885E-01  3.648038E-01  3.713388E-01

     5.783549E-02  5.780598E-02  5.782190E-02  5.782204E-02  1.381950E-01
     3.768902E-01  3.720733E-01  3.748744E-01  3.759416E-01  9.403957E-01

15   5.799652E-02  5.780633E-02  5.820897E-02  5.796724E-02  5.796658E-02  5.799519E-02  5.802454E-02  5.802521E-02  5.779079E-02
     3.617162E-01  3.719382E-01  5.428791E-01  3.586019E-01  3.555512E-01  3.553730E-01  3.581085E-01  3.613885E-01  3.692907E-01

     5.783517E-02  5.780566E-02  5.782158E-02  5.782174E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     3.744178E-01  3.698458E-01  3.725278E-01  3.736335E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

16   5.802521E-02  5.783490E-02  5.823835E-02  5.799587E-02  5.799519E-02  5.802384E-02  5.805325E-02  5.805394E-02  5.781934E-02
     3.585397E-01  3.668599E-01  5.405091E-01  3.554241E-01  3.525447E-01  3.525385E-01  3.553107E-01  3.584239E-01  3.643746E-01

     5.786378E-02  5.783421E-02  5.785016E-02  5.785033E-02  5.820897E-02  5.820900E-02  1.382538E-01
     3.692494E-01  3.649390E-01  3.674614E-01  3.684725E-01  5.428791E-01  5.715037E-01  9.403333E-01

17   5.805460E-02  5.786384E-02  5.826784E-02  5.802521E-02  5.802454E-02  5.805325E-02  5.808270E-02  5.808338E-02  5.784826E-02
     3.583297E-01  3.639092E-01  5.428167E-01  3.550556E-01  3.522644E-01  3.524825E-01  3.554268E-01  3.584775E-01  3.614913E-01

     5.789277E-02  5.786317E-02  5.787914E-02  5.787930E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
     3.664567E-01  3.622002E-01  3.646675E-01  3.655643E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

18   5.805523E-02  5.786414E-02  5.826787E-02  5.802585E-02  5.802521E-02  5.805394E-02  5.808338E-02  5.808403E-02  5.784856E-02
     3.613890E-01  3.656418E-01  5.714413E-01  3.579220E-01  3.550556E-01  3.553618E-01  3.584775E-01  3.616335E-01  3.631510E-01

     5.789310E-02  5.786350E-02  5.787946E-02  5.787961E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
     3.684491E-01  3.640119E-01  3.665644E-01  3.674197E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

19   5.746821E-02  5.727782E-02  5.766385E-02  5.744001E-02  5.743995E-02  5.746808E-02  5.749634E-02  5.749641E-02  5.726284E-02
     3.865320E-01  4.121603E-01  3.376162E-01  3.924293E-01  3.915756E-01  3.850822E-01  3.799569E-01  3.805834E-01  4.163148E-01

     5.730623E-02  5.727766E-02  5.729301E-02  5.729292E-02  5.763514E-02  5.763461E-02  5.766278E-02  5.769155E-02  5.769209E-02
     4.096795E-01  4.169819E-01  4.125096E-01  4.102789E-01  3.394105E-01  3.378107E-01  3.346195E-01  3.329727E-01  3.343785E-01

     4.289343E+00
```

```
      1.022751E+00

  20  5.746585E-02  5.727985E-02  5.767007E-02  5.743745E-02  5.743694E-02  5.746482E-02  5.749328E-02  5.749380E-02  5.726477E-02
      3.563716E-01  4.173027E-01  3.533087E-01  3.577374E-01  3.551709E-01  3.515645E-01  3.503061E-01  3.525562E-01  4.193260E-01

      5.730796E-02  5.727929E-02  5.729475E-02  5.729486E-02  5.764156E-02  5.764150E-02  5.766993E-02  5.769851E-02  5.769857E-02
      4.079734E-01  4.125832E-01  4.106471E-01  4.128974E-01  3.571612E-01  3.568355E-01  3.527221E-01  3.491845E-01  3.494507E-01

      5.711371E-02  6.771717E-01
      3.849400E-01  9.863446E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.134710E-01
      4.989255E-01

   2  1.078120E-01  1.309512E-01
      2.649036E-01  4.999197E-01

   3  9.732180E-02  1.049180E-01  1.084642E-01
      2.427419E-01  2.364662E-01  5.021331E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.243300E-01
      9.964005E-01

   1 -8.621167E-03 -1.394552E-02
      1.460490E-02 -1.270622E-02

   2  2.895988E-03  1.427817E-02  1.292247E-02
     -4.434499E-03  2.522889E-01 -1.183645E-02
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.33726E+02	-9.01508E+00	2.67209E-03	1.94422E+05	3.24037E+03	3.24330E-01	9.96401E-01	3.67845E-06
Positive:	1.95442E+02	-1.61959E+00	3.17405E-04	2.91695E+05	4.86159E+03	1.42782E-02	2.52289E-01	6.61543E-06

- **ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA - 15 GRAUS – I52A1**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:16:34   Name of disk plot file is  i52a1.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I52A1.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/09/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 0001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT 500 KV CAPELINHA 3 - GOVERNADOR VALADARES 6 C1 E C2
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  ESTRUTURA A1(FEIXE CENTRAL EXPANDIDO) BRAÇO-12,70 M
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 E 1 OPGW 13,4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM           CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.225   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.700   33.51    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.650   33.51    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.125   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.650   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.700   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   1.050   34.80  13.790     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   36.09  15.080     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   36.09  15.080     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -1.050   34.80  13.790     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   33.51  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   33.51  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.225   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.700   33.51    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.650   33.51    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.125   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.700   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.650   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144 -12.000   43.30   24.40     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400  12.000   43.30   24.28     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.   NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.   NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.   NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.   NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.   NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.   NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.   NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.   NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.   NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.   NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.   NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0

Line conductor table after sorting and initial processing.
 Table   Phase   Skin effect    Resistance   Reactance data specification     Diameter   Horizontal   Avg height
   Row  Number        R-type   R (Ohm/km)   X-type      X(Ohm/km) or GMR      (  cm  )     X (mtrs)     Y (mtrs)        Name
     1       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       13.225       20.793
     2       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800        1.050       20.793
     3       3        .50000       .07853        4              .000000      2.67800      -13.225       20.793
     4       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       12.700       19.503
     5       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       11.650       19.503
     6       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       11.125       20.793
     7       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       11.650       22.083
     8       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       12.700       22.083
     9       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800        0.525       22.083
    10       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       -0.525       22.083
```

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-1.050	20.793
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.525	19.503
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.525	19.503
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.700	19.503
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.650	19.503
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.125	20.793
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.700	22.083
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.650	22.083
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-12.000	30.700
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	12.000	30.620

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.007647E-08

2 -1.018358E-10 1.012829E-08

3 -1.673048E-11 -5.382190E-11 1.007535E-08

4 -2.081770E-09 -1.258865E-10 -1.700024E-11 1.014581E-08

5 -1.121195E-09 -1.823173E-10 -2.004731E-11 -2.684332E-09 1.016943E-08

6 -1.057804E-09 -2.118724E-10 -2.255636E-11 -1.110315E-09 -2.046835E-09 1.012326E-08

7 -1.121666E-09 -1.844751E-10 -2.438012E-11 -6.638932E-10 -7.914496E-10 -2.046046E-09 1.017164E-08

8 -2.082695E-09 -1.279319E-10 -2.112512E-11 -8.159429E-10 -6.634768E-10 -1.109697E-09 -2.683048E-09 1.014587E-08

9 -9.532667E-11 -2.042433E-09 -7.064131E-11 -1.036003E-10 -1.457102E-10 -1.855097E-10 -1.822029E-10 -1.308804E-10 1.017138E-08

10 -7.013358E-11 -1.098305E-09 -9.599652E-11 -7.403939E-11 -1.002895E-10 -1.263775E-10 -1.286895E-10 -9.605660E-11 -2.672924E-09
1.017121E-08

11 -5.352189E-11 -1.037902E-09 -1.023782E-10 -6.341622E-11 -8.581960E-11 -9.643453E-11 -8.928166E-11 -6.669478E-11 -1.098372E-09
-2.042622E-09 1.012811E-08

12 -6.409095E-11 -1.091531E-09 -8.989727E-11 -8.648271E-11 -1.191440E-10 -1.207887E-10 -9.790985E-11 -7.124971E-11 -6.410523E-10
-7.788343E-10 -2.035862E-09 1.018629E-08

13 -8.953508E-11 -2.035757E-09 -6.435299E-11 -1.222930E-10 -1.737112E-10 -1.802246E-10 -1.429740E-10 -1.004637E-10 -7.787364E-10
-6.410448E-10 -1.091561E-09 -2.657827E-09 1.018634E-08

14 -1.697212E-11 -6.360664E-11 -2.082532E-09 -1.917075E-11 -2.339054E-11 -2.442316E-11 -2.400097E-11 -2.019386E-11 -7.436786E-11
-1.040432E-10 -1.262480E-10 -1.225329E-10 -8.665187E-11 1.014530E-08

15 -1.999682E-11 -8.598502E-11 -1.121904E-09 -2.337400E-11 -2.912190E-11 -3.015469E-11 -2.872909E-11 -2.356962E-11 -1.005806E-10
-1.461113E-10 -1.826470E-10 -1.739286E-10 -1.192936E-10 -2.684813E-09 1.016899E-08

16 -2.250510E-11 -9.668295E-11 -1.058822E-09 -2.441392E-11 -3.016824E-11 -3.340320E-11 -3.406834E-11 -2.812453E-11 -1.268093E-10
-1.860964E-10 -2.123523E-10 -1.805422E-10 -1.210107E-10 -1.111007E-09 -2.047477E-09 1.012234E-08

17 -2.114898E-11 -6.716269E-11 -2.084394E-09 -2.025288E-11 -2.366155E-11 -2.822430E-11 -3.203780E-11 -2.778982E-11 -9.684327E-11
-1.319098E-10 -1.287627E-10 -1.010197E-10 -7.165580E-11 -8.171008E-10 -6.645536E-10 -1.111243E-09 1.014330E-08

18 -2.437119E-11 -8.972044E-11 -1.123316E-09 -2.403645E-11 -2.879804E-11 -3.413597E-11 -3.774766E-11 -3.198892E-11 -1.294342E-10
-1.831878E-10 -1.852730E-10 -1.435062E-10 -9.829369E-11 -6.650161E-10 -7.924930E-10 -2.047545E-09 -2.685550E-09 1.016921E-08

19 -6.116564E-11 -1.343679E-10 -3.611978E-10 -5.164143E-11 -5.656709E-11 -7.384315E-11 -9.318173E-11 -8.414822E-11 -2.146687E-10
-2.587440E-10 -1.997042E-10 -1.360575E-10 -1.091808E-10 -2.509994E-10 -2.325701E-10 -3.261767E-10 -5.332479E-10 -5.156028E-10
6.452306E-09

20 -3.800548E-10 -2.097021E-10 -6.457732E-11 -2.639027E-10 -2.446489E-10 -3.435001E-10 -5.434883E-10 -5.618716E-10 -2.714791E-10

```
     -2.251685E-10 -1.410222E-10 -1.146670E-10 -1.429254E-10 -5.442619E-11 -5.956708E-11 -7.781099E-11 -8.895771E-11 -9.839024E-11

     -3.021793E-10  6.757448E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.667216E-08

   2 -4.197171E-09  1.748209E-08

   3 -9.118140E-10 -4.213348E-09  1.662895E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.071284E-08
      0.000000E+00

   1  4.251636E-10 -1.233692E-09
     -7.021184E-10 -2.143084E-09

   2  4.251636E-10  2.003518E-08 -1.233692E-09
      7.021184E-10  2.076357E-25  2.143084E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382538E-01
      9.403333E-01

   2  5.823614E-02  1.382538E-01
      4.080009E-01  9.403333E-01

   3  5.822776E-02  5.823529E-02  1.382538E-01
      3.495034E-01  3.960034E-01  9.403333E-01

   4  5.826787E-02  5.826578E-02  5.825755E-02  1.383127E-01
```

```
    5.714413E-01  4.108337E-01  3.508905E-01  9.402709E-01

 5  5.826784E-02  5.826614E-02  5.825837E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
    5.428167E-01  4.178604E-01  3.539996E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

 6  5.823835E-02  5.823686E-02  5.822938E-02  5.826784E-02  5.826787E-02  1.382538E-01
    5.405091E-01  4.222758E-01  3.557403E-01  5.428167E-01  5.714413E-01  9.403333E-01

 7  5.820897E-02  5.820729E-02  5.819965E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.820900E-02  1.381950E-01
    5.428791E-01  4.179227E-01  3.540619E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.715037E-01  9.403957E-01

 8  5.820900E-02  5.820694E-02  5.819885E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.820897E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
    5.715037E-01  4.108961E-01  3.509528E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428791E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

 9  5.820655E-02  5.820900E-02  5.820613E-02  5.823614E-02  5.823652E-02  5.820729E-02  5.817778E-02  5.817741E-02  1.381950E-01
    4.044621E-01  5.715037E-01  3.985294E-01  4.063449E-01  4.128261E-01  4.179227E-01  4.148634E-01  4.080633E-01  9.403957E-01

10  5.820613E-02  5.820897E-02  5.820655E-02  5.823573E-02  5.823614E-02  5.820694E-02  5.817741E-02  5.817701E-02  5.817963E-02
    3.985294E-01  5.428791E-01  4.044621E-01  4.003556E-01  4.063449E-01  4.108961E-01  4.080633E-01  4.018261E-01  5.928336E-01

    1.381950E-01
    9.403957E-01

11  5.823529E-02  5.823835E-02  5.823614E-02  5.826495E-02  5.826538E-02  5.823614E-02  5.820655E-02  5.820613E-02  5.820897E-02
    3.960034E-01  5.405091E-01  4.080009E-01  3.984670E-01  4.043997E-01  4.080009E-01  4.044621E-01  3.985294E-01  5.428791E-01

    5.820900E-02  1.382538E-01
    5.715037E-01  9.403333E-01

12  5.826495E-02  5.826784E-02  5.826538E-02  5.829466E-02  5.829508E-02  5.826578E-02  5.823614E-02  5.823573E-02  5.823840E-02
    3.984670E-01  5.428167E-01  4.043997E-01  4.017013E-01  4.079385E-01  4.108337E-01  4.063449E-01  4.003556E-01  5.192103E-01

    5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
    5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

13  5.826538E-02  5.826787E-02  5.826495E-02  5.829508E-02  5.829546E-02  5.826614E-02  5.823652E-02  5.823614E-02  5.823841E-02
    4.043997E-01  5.714413E-01  3.984670E-01  4.079385E-01  4.147386E-01  4.178604E-01  4.128261E-01  4.063449E-01  5.249882E-01

    5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
```

```
     5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

14   5.825755E-02  5.826495E-02  5.826787E-02  5.828739E-02  5.828819E-02  5.825915E-02  5.822938E-02  5.822859E-02  5.823573E-02
     3.508905E-01  3.984670E-01  5.714413E-01  3.524949E-01  3.556779E-01  3.572421E-01  3.553194E-01  3.521704E-01  4.003556E-01

     5.823614E-02  5.826578E-02  5.829508E-02  5.829466E-02  1.383127E-01
     4.063449E-01  4.108337E-01  4.079385E-01  4.017013E-01  9.402709E-01

15   5.825837E-02  5.826538E-02  5.826784E-02  5.828819E-02  5.828896E-02  5.825989E-02  5.823013E-02  5.822938E-02  5.823614E-02
     3.539996E-01  4.043997E-01  5.428167E-01  3.556779E-01  3.590012E-01  3.606299E-01  3.586041E-01  3.553194E-01  4.063449E-01

     5.823652E-02  5.826614E-02  5.829546E-02  5.829508E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
     4.128261E-01  4.178604E-01  4.147386E-01  4.079385E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

16   5.822938E-02  5.823614E-02  5.823835E-02  5.825915E-02  5.825989E-02  5.823086E-02  5.820115E-02  5.820042E-02  5.820694E-02
     3.557403E-01  4.080009E-01  5.405091E-01  3.572421E-01  3.606299E-01  3.625401E-01  3.606922E-01  3.573044E-01  4.108961E-01

     5.820729E-02  5.823686E-02  5.826614E-02  5.826578E-02  5.826784E-02  5.826787E-02  1.382538E-01
     4.179227E-01  4.222758E-01  4.178604E-01  4.108337E-01  5.428167E-01  5.714413E-01  9.403333E-01

17   5.819885E-02  5.820613E-02  5.820900E-02  5.822859E-02  5.822938E-02  5.820042E-02  5.817075E-02  5.816998E-02  5.817701E-02
     3.509528E-01  3.985294E-01  5.715037E-01  3.521704E-01  3.553194E-01  3.573044E-01  3.558026E-01  3.526197E-01  4.018261E-01

     5.817741E-02  5.820694E-02  5.823614E-02  5.823573E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.820897E-02  1.381950E-01
     4.080633E-01  4.108961E-01  4.063449E-01  4.003556E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428791E-01  9.403957E-01

18   5.819965E-02  5.820655E-02  5.820897E-02  5.822938E-02  5.823013E-02  5.820115E-02  5.817150E-02  5.817075E-02  5.817741E-02
     3.540619E-01  4.044621E-01  5.428791E-01  3.553194E-01  3.586041E-01  3.606922E-01  3.591259E-01  3.558026E-01  4.080633E-01

     5.817778E-02  5.820729E-02  5.823652E-02  5.823614E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.820900E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     4.148634E-01  4.179227E-01  4.128261E-01  4.063449E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.715037E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

19   5.800470E-02  5.801138E-02  5.801381E-02  5.803409E-02  5.803482E-02  5.800615E-02  5.797683E-02  5.797611E-02  5.798256E-02
     3.479101E-01  3.858516E-01  4.232129E-01  3.478270E-01  3.505233E-01  3.535190E-01  3.535107E-01  3.506050E-01  3.915260E-01

     5.798292E-02  5.801210E-02  5.804100E-02  5.804063E-02  5.804290E-02  5.804291E-02  5.801382E-02  5.798479E-02  5.798480E-02
     3.958783E-01  3.936908E-01  3.874568E-01  3.839311E-01  4.143774E-01  4.144877E-01  4.234920E-01  4.340869E-01  4.342727E-01

     4.290020E+00
```

```
      1.022009E+00

  20  5.801561E-02  5.801390E-02  5.800650E-02  5.804471E-02  5.804471E-02  5.801562E-02  5.798660E-02  5.798659E-02  5.798471E-02
      4.238131E-01  3.939628E-01  3.479893E-01  4.149140E-01  4.150259E-01  4.240967E-01  4.349729E-01  4.347836E-01  3.961284E-01

      5.798435E-02  5.801318E-02  5.804244E-02  5.804280E-02  5.803589E-02  5.803662E-02  5.800795E-02  5.797790E-02  5.797862E-02
      3.917486E-01  3.860720E-01  3.841683E-01  3.877176E-01  3.479167E-01  3.506198E-01  3.536112E-01  3.506788E-01  3.535906E-01

      5.778602E-02  6.778484E-01
      3.573072E-01  9.856030E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.288278E-01
      4.589809E-01

   2  1.122274E-01  1.235300E-01
      2.603753E-01  4.773351E-01

   3  1.080885E-01  1.071881E-01  1.188299E-01
      2.200175E-01  2.795621E-01  4.971508E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.420652E-01
      9.844588E-01

   1 -2.390793E-03 -2.845147E-02
     -1.999097E-02  1.785590E-02

   2  9.469195E-03  1.456123E-02  2.959031E-02
     -2.509420E-02  2.245040E-01  1.579032E-02
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.07991E+02	-9.58028E+00	2.96576E-03	1.86354E+05	3.10590E+03	3.42065E-01	9.84459E-01	4.03865E-06
Positive:	1.72586E+02	-1.85549E+00	3.66610E-04	2.89354E+05	4.82256E+03	1.45612E-02	2.24504E-01	7.55308E-06

- **ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA - 30 GRAUS – I52A2**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:17:47   Name of disk plot file is  i52a2.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I52A2.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/09/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 0001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT 500 KV CAPELINHA 3 - GOVERNADOR VALADARES 6 C1 E C2
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  ESTRUTURA A2 (FEIXE CENTRAL EXPANDIDO) BRAÇO-12,90 M
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 E 1 OPGW 13,4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM           CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.425   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.900   33.51    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.850   33.51    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.325   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.850   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.900   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   1.050   34.80  13.790     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   36.09  15.080     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   36.09  15.080     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -1.050   34.80  13.790     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   33.51  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   33.51  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.425   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.900   33.51    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.850   33.51    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.325   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.900   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.850   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144 -12.000   43.30   24.40     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400  12.000   43.30   24.28     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	13.425	20.793	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	1.050	20.793	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-13.425	20.793	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	12.900	19.503	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.850	19.503	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.325	20.793	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.850	22.083	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	12.900	22.083	
9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.525	22.083	
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.525	22.083	

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-1.050	20.793
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.525	19.503
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.525	19.503
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.900	19.503
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.850	19.503
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.325	20.793
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.900	22.083
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.850	22.083
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-12.000	30.700
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	12.000	30.620

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.007564E-08

2 -1.002972E-10 1.012603E-08

3 -1.645294E-11 -5.323880E-11 1.007453E-08

4 -2.082570E-09 -1.238218E-10 -1.667142E-11 1.014496E-08

5 -1.122153E-09 -1.787870E-10 -1.964164E-11 -2.685437E-09 1.016792E-08

6 -1.058878E-09 -2.073340E-10 -2.213309E-11 -1.111564E-09 -2.048549E-09 1.012134E-08

7 -1.122755E-09 -1.809022E-10 -2.394113E-11 -6.650603E-10 -7.929549E-10 -2.047703E-09 1.017016E-08

8 -2.083728E-09 -1.258749E-10 -2.077768E-11 -8.169284E-10 -6.646395E-10 -1.110980E-09 -2.684334E-09 1.014462E-08

9 -9.401307E-11 -2.044543E-09 -6.982246E-11 -1.023119E-10 -1.435601E-10 -1.819980E-10 -1.786078E-10 -1.286684E-10 1.016934E-08

10 -6.931552E-11 -1.100113E-09 -9.468269E-11 -7.328143E-11 -9.911131E-11 -1.244462E-10 -1.265342E-10 -9.465517E-11 -2.674811E-09
1.016917E-08

11 -5.293858E-11 -1.039570E-09 -1.008414E-10 -6.264345E-11 -8.465598E-11 -9.507956E-11 -8.809448E-11 -6.593090E-11 -1.100181E-09
-2.044736E-09 1.012584E-08

12 -6.325397E-11 -1.093294E-09 -8.856013E-11 -8.506222E-11 -1.170236E-10 -1.188577E-10 -9.669979E-11 -7.048520E-11 -6.428738E-10
-7.808120E-10 -2.037931E-09 1.018433E-08

13 -8.819581E-11 -2.037823E-09 -6.351722E-11 -1.200572E-10 -1.701621E-10 -1.767171E-10 -1.407837E-10 -9.916389E-11 -7.807118E-10
-6.428661E-10 -1.093324E-09 -2.659626E-09 1.018439E-08

14 -1.664377E-11 -6.283491E-11 -2.083324E-09 -1.870782E-11 -2.280727E-11 -2.390336E-11 -2.356086E-11 -1.985086E-11 -7.361098E-11
-1.027567E-10 -1.241862E-10 -1.202996E-10 -8.523299E-11 1.014445E-08

15 -1.959266E-11 -8.482469E-11 -1.122861E-09 -2.279158E-11 -2.837411E-11 -2.948544E-11 -2.817867E-11 -2.315126E-11 -9.940729E-11
-1.439678E-10 -1.791233E-10 -1.703844E-10 -1.171765E-10 -2.685920E-09 1.016746E-08

16 -2.208494E-11 -9.533440E-11 -1.059899E-09 -2.389613E-11 -2.949997E-11 -3.269908E-11 -3.337624E-11 -2.760054E-11 -1.248875E-10
-1.825971E-10 -2.078255E-10 -1.770434E-10 -1.190860E-10 -1.112261E-09 -2.049203E-09 1.012040E-08

17 -2.080258E-11 -6.640148E-11 -2.085407E-09 -1.991008E-11 -2.324206E-11 -2.769721E-11 -3.140619E-11 -2.729058E-11 -9.544424E-11
-1.297017E-10 -1.267117E-10 -9.972546E-11 -7.089506E-11 -8.180776E-10 -6.657193E-10 -1.112536E-09 1.014206E-08

18 -2.393590E-11 -8.854101E-11 -1.124400E-09 -2.359868E-11 -2.824863E-11 -3.344348E-11 -3.693880E-11 -3.136092E-11 -1.272895E-10
-1.796067E-10 -1.817139E-10 -1.413267E-10 -9.709154E-11 -6.661849E-10 -7.940111E-10 -2.049225E-09 -2.686838E-09 1.016771E-08

19 -6.088560E-11 -1.356249E-10 -3.590379E-10 -5.154845E-11 -5.655947E-11 -7.362277E-11 -9.255128E-11 -8.358730E-11 -2.160947E-10
-2.606116E-10 -2.018162E-10 -1.378610E-10 -1.105621E-10 -2.504473E-10 -2.341143E-10 -3.292615E-10 -5.315808E-10 -5.177720E-10
6.453482E-09

20 -3.777505E-10 -2.119308E-10 -6.428033E-11 -2.633103E-10 -2.462795E-10 -3.467698E-10 -5.457895E-10 -5.600827E-10 -2.734511E-10

```
     -2.266744E-10 -1.423487E-10 -1.161243E-10 -1.448282E-10 -5.432848E-11 -5.956372E-11 -7.759005E-11 -8.836911E-11 -9.773981E-11

     -3.025057E-10  6.758737E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.662816E-08

   2 -4.129325E-09  1.741267E-08

   3 -8.936976E-10 -4.145691E-09  1.658488E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.076276E-08
      0.000000E+00

   1  4.211874E-10 -1.212992E-09
     -6.950812E-10 -2.107055E-09

   2  4.211874E-10  1.993148E-08 -1.212992E-09
      6.950812E-10 -2.184274E-25  2.107055E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382538E-01
      9.403333E-01

   2  5.823607E-02  1.382538E-01
      4.067724E-01  9.403333E-01

   3  5.822744E-02  5.823520E-02  1.382538E-01
      3.483717E-01  3.949543E-01  9.403333E-01

   4  5.826787E-02  5.826570E-02  5.825723E-02  1.383127E-01
```

```
    5.714413E-01  4.095656E-01  3.497389E-01  9.402709E-01

 5  5.826784E-02  5.826607E-02  5.825806E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
    5.428167E-01  4.164712E-01  3.528000E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

 6  5.823835E-02  5.823679E-02  5.822908E-02  5.826784E-02  5.826787E-02  1.382538E-01
    5.405091E-01  4.207937E-01  3.545118E-01  5.428167E-01  5.714413E-01  9.403333E-01

 7  5.820897E-02  5.820723E-02  5.819935E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.820900E-02  1.381950E-01
    5.428791E-01  4.165336E-01  3.528624E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.715037E-01  9.403957E-01

 8  5.820900E-02  5.820687E-02  5.819854E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.820897E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
    5.715037E-01  4.096280E-01  3.498013E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428791E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

 9  5.820647E-02  5.820900E-02  5.820605E-02  5.823607E-02  5.823645E-02  5.820723E-02  5.817771E-02  5.817733E-02  1.381950E-01
    4.032958E-01  5.715037E-01  3.974499E-01  4.051684E-01  4.115501E-01  4.165336E-01  4.135199E-01  4.068348E-01  9.403957E-01

10  5.820605E-02  5.820897E-02  5.820647E-02  5.823565E-02  5.823607E-02  5.820687E-02  5.817733E-02  5.817693E-02  5.817963E-02
    3.974499E-01  5.428791E-01  4.032958E-01  3.992648E-01  4.051684E-01  4.096280E-01  4.068348E-01  4.006944E-01  5.928336E-01

    1.381950E-01
    9.403957E-01

11  5.823520E-02  5.823835E-02  5.823607E-02  5.826487E-02  5.826530E-02  5.823607E-02  5.820647E-02  5.820605E-02  5.820897E-02
    3.949543E-01  5.405091E-01  4.067724E-01  3.973876E-01  4.032334E-01  4.067724E-01  4.032958E-01  3.974499E-01  5.428791E-01

    5.820900E-02  1.382538E-01
    5.715037E-01  9.403333E-01

12  5.826487E-02  5.826784E-02  5.826530E-02  5.829458E-02  5.829500E-02  5.826570E-02  5.823607E-02  5.823565E-02  5.823840E-02
    3.973876E-01  5.428167E-01  4.032334E-01  4.005697E-01  4.067100E-01  4.095656E-01  4.051684E-01  3.992648E-01  5.192103E-01

    5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
    5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

13  5.826530E-02  5.826787E-02  5.826487E-02  5.829500E-02  5.829539E-02  5.826607E-02  5.823645E-02  5.823607E-02  5.823841E-02
    4.032334E-01  5.714413E-01  3.973876E-01  4.067100E-01  4.133952E-01  4.164712E-01  4.115501E-01  4.051684E-01  5.249882E-01

    5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
```

```
     5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

14   5.825723E-02  5.826487E-02  5.826787E-02  5.828708E-02  5.828789E-02  5.825885E-02  5.822908E-02  5.822828E-02  5.823565E-02
     3.497389E-01  3.973876E-01  5.714413E-01  3.513169E-01  3.544494E-01  3.559904E-01  3.541044E-01  3.510042E-01  3.992648E-01

     5.823607E-02  5.826570E-02  5.829500E-02  5.829458E-02  1.383127E-01
     4.051684E-01  4.095656E-01  4.067100E-01  4.005697E-01  9.402709E-01

15   5.825806E-02  5.826530E-02  5.826784E-02  5.828789E-02  5.828867E-02  5.825961E-02  5.822985E-02  5.822908E-02  5.823607E-02
     3.528000E-01  4.032334E-01  5.428167E-01  3.544494E-01  3.577178E-01  3.593213E-01  3.573361E-01  3.541044E-01  4.051684E-01

     5.823645E-02  5.826607E-02  5.829539E-02  5.829500E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
     4.115501E-01  4.164712E-01  4.133952E-01  4.067100E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

16   5.822908E-02  5.823607E-02  5.823835E-02  5.825885E-02  5.825961E-02  5.823059E-02  5.820088E-02  5.820013E-02  5.820687E-02
     3.545118E-01  4.067724E-01  5.405091E-01  3.559904E-01  3.593213E-01  3.611967E-01  3.593837E-01  3.560527E-01  4.096280E-01

     5.820723E-02  5.823679E-02  5.826607E-02  5.826570E-02  5.826784E-02  5.826787E-02  1.382538E-01
     4.165336E-01  4.207937E-01  4.164712E-01  4.095656E-01  5.428167E-01  5.714413E-01  9.403333E-01

17   5.819854E-02  5.820605E-02  5.820900E-02  5.822828E-02  5.822908E-02  5.820013E-02  5.817046E-02  5.816967E-02  5.817693E-02
     3.498013E-01  3.974499E-01  5.715037E-01  3.510042E-01  3.541044E-01  3.560527E-01  3.545742E-01  3.514416E-01  4.006944E-01

     5.817733E-02  5.820687E-02  5.823607E-02  5.823565E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.820897E-02  1.381950E-01
     4.068348E-01  4.096280E-01  4.051684E-01  3.992648E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428791E-01  9.403957E-01

18   5.819935E-02  5.820647E-02  5.820897E-02  5.822908E-02  5.822985E-02  5.820088E-02  5.817122E-02  5.817046E-02  5.817733E-02
     3.528624E-01  4.032958E-01  5.428791E-01  3.541044E-01  3.573361E-01  3.593837E-01  3.578426E-01  3.545742E-01  4.068348E-01

     5.817771E-02  5.820723E-02  5.823645E-02  5.823607E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.820900E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     4.135199E-01  4.165336E-01  4.115501E-01  4.051684E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.715037E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

19   5.800456E-02  5.801138E-02  5.801380E-02  5.803395E-02  5.803469E-02  5.800602E-02  5.797669E-02  5.797597E-02  5.798256E-02
     3.473938E-01  3.858516E-01  4.230129E-01  3.473219E-01  3.500039E-01  3.529697E-01  3.529497E-01  3.500625E-01  3.915260E-01

     5.798292E-02  5.801210E-02  5.804100E-02  5.804063E-02  5.804290E-02  5.804291E-02  5.801383E-02  5.798479E-02  5.798480E-02
     3.958783E-01  3.936908E-01  3.874568E-01  3.839311E-01  4.142817E-01  4.145177E-01  4.236104E-01  4.339258E-01  4.343235E-01

     4.290020E+00
```

```
      1.022009E+00

  20  5.801560E-02  5.801390E-02  5.800636E-02  5.804470E-02  5.804472E-02  5.801563E-02  5.798660E-02  5.798659E-02  5.798471E-02
      4.236099E-01  3.939628E-01  3.474718E-01  4.148169E-01  4.150564E-01  4.242169E-01  4.350246E-01  4.346195E-01  3.961284E-01

      5.798435E-02  5.801318E-02  5.804244E-02  5.804280E-02  5.803575E-02  5.803649E-02  5.800782E-02  5.797776E-02  5.797849E-02
      3.917486E-01  3.860720E-01  3.841683E-01  3.877176E-01  3.474104E-01  3.500990E-01  3.530605E-01  3.501352E-01  3.530283E-01

      5.778602E-02  6.778484E-01
      3.573072E-01  9.856030E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.287652E-01
      4.590524E-01

   2  1.121899E-01  1.235243E-01
      2.591919E-01  4.773562E-01

   3  1.079697E-01  1.071160E-01  1.187100E-01
      2.189839E-01  2.785090E-01  4.974548E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.418502E-01
      9.824110E-01

   1 -2.267792E-03 -2.844258E-02
     -1.998334E-02  1.787640E-02

   2  9.342366E-03  1.457466E-02  2.958959E-02
     -2.519943E-02  2.257262E-01  1.578293E-02
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.06324E+02	-9.59320E+00	2.97377E-03	1.86107E+05	3.10179E+03	3.41850E-01	9.82411E-01	4.05747E-06
Positive:	1.73503E+02	-1.84717E+00	3.65007E-04	2.89320E+05	4.82200E+03	1.45747E-02	2.25726E-01	7.51399E-06

- **ESTRUTURA DE ANCORAGEM TERMINAL – I52AT**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:19:52   Name of disk plot file is  i52at.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I52AT.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/09/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 0001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT 500 KV CAPELINHA 3 - GOVERNADOR VALADARES 6 C1 E C2
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  ESTRUTURA AT (FEIXE CENTRAL EXPANDIDO) BRAÇO-13,20 M
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 E 1 OPGW 13,4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM           CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.725   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.200   33.51    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.150   33.51    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.625   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.150   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.200   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   1.050   34.80  13.790     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   36.09  15.080     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   36.09  15.080     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -1.050   34.80  13.790     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   33.51  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   33.51  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.725   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.200   33.51    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.150   33.51    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.625   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.200   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.150   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144 -12.500   43.30   24.40     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400  12.500   43.30   24.28     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.   NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.   NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.   NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.   NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.   NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.   NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.   NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.   NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.   NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.   NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.   NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0

Line conductor table after sorting and initial processing.
 Table   Phase   Skin effect    Resistance   Reactance data specification     Diameter   Horizontal   Avg height
   Row  Number        R-type   R (Ohm/km)   X-type      X(Ohm/km) or GMR      (  cm  )     X (mtrs)     Y (mtrs)        Name
     1       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       13.725       20.793
     2       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800        1.050       20.793
     3       3        .50000       .07853        4              .000000      2.67800      -13.725       20.793
     4       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       13.200       19.503
     5       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       12.150       19.503
     6       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       11.625       20.793
     7       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       12.150       22.083
     8       1        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       13.200       22.083
     9       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800        0.525       22.083
    10       2        .50000       .07853        4              .000000      2.67800       -0.525       22.083
```

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-1.050	20.793
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.525	19.503
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.525	19.503
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-13.200	19.503
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.150	19.503
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.625	20.793
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-13.200	22.083
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.150	22.083
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-12.500	30.700
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	12.500	30.620

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.007532E-08

2 -9.828306E-11 1.012216E-08

3 -1.606510E-11 -5.258982E-11 1.007419E-08

4 -2.083183E-09 -1.210298E-10 -1.622238E-11 1.014406E-08

5 -1.123246E-09 -1.740268E-10 -1.912528E-11 -2.686875E-09 1.016574E-08

6 -1.060203E-09 -2.013916E-10 -2.165152E-11 -1.113271E-09 -2.051123E-09 1.011826E-08

7 -1.123767E-09 -1.764888E-10 -2.346533E-11 -6.664607E-10 -7.951715E-10 -2.050415E-09 1.016780E-08

8 -2.084151E-09 -1.233532E-10 -2.034246E-11 -8.177189E-10 -6.660511E-10 -1.112723E-09 -2.685715E-09 1.014402E-08

9 -9.246205E-11 -2.048495E-09 -6.896241E-11 -1.007418E-10 -1.408994E-10 -1.777359E-10 -1.744967E-10 -1.261775E-10 1.016506E-08

10 -6.845811E-11 -1.103603E-09 -9.312433E-11 -7.246353E-11 -9.781344E-11 -1.223534E-10 -1.243577E-10 -9.326109E-11 -2.678841E-09

1.016490E-08

11 -5.228776E-11 -1.042559E-09 -9.882442E-11 -6.169716E-11 -8.323003E-11 -9.355113E-11 -8.694395E-11 -6.520132E-11 -1.103667E-09
-2.048677E-09 1.012198E-08

12 -6.215444E-11 -1.096244E-09 -8.673627E-11 -8.311939E-11 -1.141448E-10 -1.163678E-10 -9.532810E-11 -6.961134E-11 -6.461183E-10
-7.842850E-10 -2.041323E-09 1.018123E-08

13 -8.637014E-11 -2.041219E-09 -6.242045E-11 -1.169473E-10 -1.652648E-10 -1.720195E-10 -1.380477E-10 -9.753046E-11 -7.841896E-10
-6.461108E-10 -1.096273E-09 -2.662501E-09 1.018129E-08

14 -1.619465E-11 -6.189036E-11 -2.083959E-09 -1.807643E-11 -2.203946E-11 -2.327478E-11 -2.307186E-11 -1.942641E-11 -7.279196E-11
-1.011821E-10 -1.213925E-10 -1.171911E-10 -8.329228E-11 1.014353E-08

15 -1.907577E-11 -8.339971E-11 -1.123972E-09 -2.202338E-11 -2.740977E-11 -2.869595E-11 -2.760096E-11 -2.267862E-11 -9.810726E-11
-1.413012E-10 -1.743600E-10 -1.654874E-10 -1.142990E-10 -2.687371E-09 1.016528E-08

16 -2.160212E-11 -9.380495E-11 -1.061243E-09 -2.326650E-11 -2.870981E-11 -3.195852E-11 -3.272648E-11 -2.707408E-11 -1.227877E-10
-1.783220E-10 -2.018752E-10 -1.723438E-10 -1.165961E-10 -1.113982E-09 -2.051787E-09 1.011731E-08

17 -2.036641E-11 -6.567180E-11 -2.085872E-09 -1.948493E-11 -2.276921E-11 -2.717119E-11 -3.078886E-11 -2.673004E-11 -9.404158E-11
-1.271944E-10 -1.241817E-10 -9.809199E-11 -7.002311E-11 -8.188973E-10 -6.671537E-10 -1.114302E-09 1.014141E-08

18 -2.345803E-11 -8.738741E-11 -1.125441E-09 -2.310793E-11 -2.766958E-11 -3.279292E-11 -3.621510E-11 -3.074229E-11 -1.250997E-10
-1.754730E-10 -1.772870E-10 -1.385871E-10 -9.571904E-11 -6.676066E-10 -7.962429E-10 -2.051949E-09 -2.688253E-09 1.016533E-08

19 -5.907103E-11 -1.333012E-10 -3.635268E-10 -5.023304E-11 -5.525354E-11 -7.166695E-11 -8.968105E-11 -8.090822E-11 -2.108491E-10
-2.541000E-10 -1.982278E-10 -1.365328E-10 -1.095071E-10 -2.537688E-10 -2.365633E-10 -3.309447E-10 -5.362596E-10 -5.198964E-10
6.447206E-09

20 -3.824726E-10 -2.080829E-10 -6.235592E-11 -2.667895E-10 -2.488197E-10 -3.484758E-10 -5.479533E-10 -5.649930E-10 -2.665171E-10

```
     -2.210883E-10 -1.398559E-10 -1.149739E-10 -1.433807E-10 -5.293169E-11 -5.817202E-11 -7.550438E-11 -8.552136E-11 -9.468102E-11

     -2.883850E-10  6.751893E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.657505E-08

   2 -4.045611E-09  1.728842E-08

   3 -8.730741E-10 -4.061840E-09  1.653098E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.081113E-08
      0.000000E+00

   1  4.226168E-10 -1.179881E-09
     -6.971790E-10 -2.050318E-09

   2  4.226168E-10  1.979166E-08 -1.179881E-09
      6.971790E-10  1.985171E-25  2.050318E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382538E-01
      9.403333E-01

   2  5.823595E-02  1.382538E-01
      4.049664E-01  9.403333E-01

   3  5.822695E-02  5.823507E-02  1.382538E-01
      3.467055E-01  3.934077E-01  9.403333E-01

   4  5.826787E-02  5.826559E-02  5.825675E-02  1.383127E-01
```

```
    5.714413E-01  4.077021E-01  3.480438E-01  9.402709E-01

 5  5.826784E-02  5.826597E-02  5.825759E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
    5.428167E-01  4.144337E-01  3.510357E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

 6  5.823835E-02  5.823670E-02  5.822862E-02  5.826784E-02  5.826787E-02  1.382538E-01
    5.405091E-01  4.186238E-01  3.527059E-01  5.428167E-01  5.714413E-01  9.403333E-01

 7  5.820897E-02  5.820713E-02  5.819889E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.820900E-02  1.381950E-01
    5.428791E-01  4.144961E-01  3.510980E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.715037E-01  9.403957E-01

 8  5.820900E-02  5.820676E-02  5.819806E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.820897E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
    5.715037E-01  4.077645E-01  3.481062E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428791E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

 9  5.820636E-02  5.820900E-02  5.820592E-02  5.823595E-02  5.823634E-02  5.820713E-02  5.817761E-02  5.817722E-02  1.381950E-01
    4.015792E-01  5.715037E-01  3.958590E-01  4.034359E-01  4.096737E-01  4.144961E-01  4.115487E-01  4.050288E-01  9.403957E-01

10  5.820592E-02  5.820897E-02  5.820636E-02  5.823553E-02  5.823595E-02  5.820676E-02  5.817722E-02  5.817680E-02  5.817963E-02
    3.958590E-01  5.428791E-01  4.015792E-01  3.976566E-01  4.034359E-01  4.077645E-01  4.050288E-01  3.990281E-01  5.928336E-01

    1.381950E-01
    9.403957E-01

11  5.823507E-02  5.823835E-02  5.823595E-02  5.826474E-02  5.826518E-02  5.823595E-02  5.820636E-02  5.820592E-02  5.820897E-02
    3.934077E-01  5.405091E-01  4.049664E-01  3.957966E-01  4.015169E-01  4.049664E-01  4.015792E-01  3.958590E-01  5.428791E-01

    5.820900E-02  1.382538E-01
    5.715037E-01  9.403333E-01

12  5.826474E-02  5.826784E-02  5.826518E-02  5.829445E-02  5.829488E-02  5.826559E-02  5.823595E-02  5.823553E-02  5.823840E-02
    3.957966E-01  5.428167E-01  4.015169E-01  3.989034E-01  4.049040E-01  4.077021E-01  4.034359E-01  3.976566E-01  5.192103E-01

    5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
    5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

13  5.826518E-02  5.826787E-02  5.826474E-02  5.829488E-02  5.829528E-02  5.826597E-02  5.823634E-02  5.823595E-02  5.823841E-02
    4.015169E-01  5.714413E-01  3.957966E-01  4.049040E-01  4.114239E-01  4.144337E-01  4.096737E-01  4.034359E-01  5.249882E-01

    5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
```

```
     5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

14   5.825675E-02  5.826474E-02  5.826787E-02  5.828660E-02  5.828743E-02  5.825840E-02  5.822862E-02  5.822780E-02  5.823553E-02
     3.480438E-01  3.957966E-01  5.714413E-01  3.495836E-01  3.526435E-01  3.541509E-01  3.523174E-01  3.492877E-01  3.976566E-01

     5.823595E-02  5.826559E-02  5.829488E-02  5.829445E-02  1.383127E-01
     4.034359E-01  4.077021E-01  4.049040E-01  3.989034E-01  9.402709E-01

15   5.825759E-02  5.826518E-02  5.826784E-02  5.828743E-02  5.828823E-02  5.825918E-02  5.822941E-02  5.822862E-02  5.823595E-02
     3.510357E-01  4.015169E-01  5.428167E-01  3.526435E-01  3.558329E-01  3.574000E-01  3.554727E-01  3.523174E-01  4.034359E-01

     5.823634E-02  5.826597E-02  5.829528E-02  5.829488E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
     4.096737E-01  4.144337E-01  4.114239E-01  4.049040E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

16   5.822862E-02  5.823595E-02  5.823835E-02  5.825840E-02  5.825918E-02  5.823017E-02  5.820046E-02  5.819969E-02  5.820676E-02
     3.527059E-01  4.049664E-01  5.405091E-01  3.541509E-01  3.574000E-01  3.592255E-01  3.574624E-01  3.542132E-01  4.077645E-01

     5.820713E-02  5.823670E-02  5.826597E-02  5.826559E-02  5.826784E-02  5.826787E-02  1.382538E-01
     4.144961E-01  4.186238E-01  4.144337E-01  4.077021E-01  5.428167E-01  5.714413E-01  9.403333E-01

17   5.819806E-02  5.820592E-02  5.820900E-02  5.822780E-02  5.822862E-02  5.819969E-02  5.817001E-02  5.816921E-02  5.817680E-02
     3.481062E-01  3.958590E-01  5.715037E-01  3.492877E-01  3.523174E-01  3.542132E-01  3.527683E-01  3.497084E-01  3.990281E-01

     5.817722E-02  5.820676E-02  5.823595E-02  5.823553E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.820897E-02  1.381950E-01
     4.050288E-01  4.077645E-01  4.034359E-01  3.976566E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428791E-01  9.403957E-01

18   5.819889E-02  5.820636E-02  5.820897E-02  5.822862E-02  5.822941E-02  5.820046E-02  5.817079E-02  5.817001E-02  5.817722E-02
     3.510980E-01  4.015792E-01  5.428791E-01  3.523174E-01  3.554727E-01  3.574624E-01  3.559576E-01  3.527683E-01  4.050288E-01

     5.817761E-02  5.820713E-02  5.823634E-02  5.823595E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.820900E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     4.115487E-01  4.144961E-01  4.096737E-01  4.034359E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.715037E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

19   5.800397E-02  5.801119E-02  5.801381E-02  5.803337E-02  5.803413E-02  5.800548E-02  5.797614E-02  5.797539E-02  5.798237E-02
     3.453578E-01  3.840286E-01  4.232129E-01  3.453284E-01  3.479537E-01  3.508048E-01  3.507412E-01  3.479262E-01  3.894979E-01

     5.798275E-02  5.801194E-02  5.804083E-02  5.804045E-02  5.804290E-02  5.804291E-02  5.801382E-02  5.798479E-02  5.798480E-02
     3.937906E-01  3.918024E-01  3.857753E-01  3.822622E-01  4.143774E-01  4.144877E-01  4.234920E-01  4.340869E-01  4.342727E-01

     4.290020E+00
```

```
      1.022009E+00

  20  5.801561E-02  5.801374E-02  5.800577E-02  5.804471E-02  5.804471E-02  5.801562E-02  5.798660E-02  5.798659E-02  5.798455E-02
      4.238131E-01  3.920610E-01  3.454316E-01  4.149140E-01  4.150259E-01  4.240967E-01  4.349729E-01  4.347836E-01  3.940271E-01

      5.798417E-02  5.801299E-02  5.804225E-02  5.804263E-02  5.803517E-02  5.803593E-02  5.800728E-02  5.797719E-02  5.797794E-02
      3.897086E-01  3.842385E-01  3.824891E-01  3.860246E-01  3.454122E-01  3.480437E-01  3.508905E-01  3.479948E-01  3.508152E-01

      5.778536E-02  6.778484E-01
      3.542294E-01  9.856030E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.287016E-01
      4.591499E-01

   2  1.118444E-01  1.229722E-01
      2.580929E-01  4.785842E-01

   3  1.076602E-01  1.066682E-01  1.184098E-01
      2.178779E-01  2.778872E-01  4.985801E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.408098E-01
      9.813434E-01

   1 -2.138488E-03 -2.837635E-02
     -2.058641E-02  1.788907E-02

   2  9.534959E-03  1.463695E-02  2.960461E-02
     -2.563624E-02  2.274854E-01  1.569172E-02

Sequence       Surge impedance       Attenuation   velocity    Wavelength   Resistance    Reactance   Susceptance
         magnitude(Ohm) angle(degr.)     db/km       km/sec        km         Ohm/km        Ohm/km      mho/km
   Zero :  5.04862E+02 -9.57578E+00  2.97315E-03  1.85802E+05  3.09669E+03  3.40810E-01  9.81343E-01  4.07570E-06
Positive:  1.74791E+02 -1.84074E+00  3.63865E-04  2.89217E+05  4.82028E+03  1.46370E-02  2.27485E-01  7.46128E-06
```

SERIE P/ LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 - I52

- **ESTRUTURA DE SUSPENSÃO LEVE – I51SL**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:24:36   Name of disk plot file is  i52sl.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
------------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.       |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                      0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                      01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
------------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                           |C data:I52SL.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.             |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120         |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.               |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                           |C  DATA: 05/04/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                           |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                           |C  LT'S 500 KV
Comment card.   NUMDCD = 8.                           |C  CIRCUITO SIMPLES AUTOPORTANTE FEIXE CENTRAL MENOR
Comment card.   NUMDCD = 9.                           |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X ACAR 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                          |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                          |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 E 1 OPGW 13,4
Comment card.   NUMDCD = 12.                          |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                          |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                          |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                          |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                          |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                          |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                          |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                          |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
Comment card.   NUMDCD = 20.                          |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4    |  1 .50 0.078530 4          2.678   -8.65   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4    |  1 .50 0.078530 4          2.678  -9.175   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4    |  1 .50 0.078530 4          2.678 -10.225   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4    |  1 .50 0.078530 4          2.678  -10.75   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4    |  1 .50 0.078530 4          2.678 -10.225   33.51   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4    |  1 .50 0.078530 4          2.678  -9.175   33.51   12.50     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678    0.48  44.801  23.791     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  44.206  23.196     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  44.206  23.196     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48  44.801  23.791     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  42.816  21.806     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  42.816  21.806     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   8.650   34.92   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   9.175   36.21   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  10.225   36.21   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   10.75   34.92   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  10.225   33.63   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   9.175   33.63   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144  -8.400  49.027  30.907     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400   8.400  49.027  30.907     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-8.650	20.793	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.480	30.794	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	8.650	20.833	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-9.175	22.083	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-10.225	22.083	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-10.750	20.793	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-10.225	19.503	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-9.175	19.503	

9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	30.199
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	30.199
11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	30.794
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	28.809
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	28.809
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	9.175	22.123
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.225	22.123
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.750	20.833
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.225	19.543
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	9.175	19.543
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-8.400	36.947
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	8.400	36.947

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.010340E-08

2 -8.550739E-11 1.100229E-08

3 -8.771707E-11 -1.132898E-10 1.010369E-08

4 -2.061636E-09 -1.053186E-10 -7.490754E-11 1.015734E-08

5 -1.121972E-09 -9.111578E-11 -5.448024E-11 -2.696644E-09 1.013180E-08

6 -1.068524E-09 -6.350691E-11 -4.630474E-11 -1.132644E-09 -2.093222E-09 1.006846E-08

7 -1.124340E-09 -5.477722E-11 -5.914774E-11 -6.760546E-10 -8.259328E-10 -2.089940E-09 1.013599E-08

8 -2.066569E-09 -6.426383E-11 -8.170453E-11 -8.071508E-10 -6.753192E-10 -1.131424E-09 -2.697786E-09 1.015032E-08

9 -7.307244E-11 -2.964632E-09 -8.957221E-11 -8.712422E-11 -7.200332E-11 -4.955004E-11 -4.420635E-11 -5.433592E-11 1.222597E-08

10 -8.946524E-11 -1.572258E-09 -7.318044E-11 -1.120080E-10 -9.368892E-11 -6.274993E-11 -5.342040E-11 -6.428771E-11 -3.381095E-09

1.222577E-08

11 -1.132485E-10 -2.150334E-09 -8.559114E-11 -1.483061E-10 -1.296302E-10 -8.721105E-11 -7.110295E-11 -8.130206E-11 -1.572302E-09
-2.964995E-09 1.100163E-08

12 -1.683246E-10 -6.707172E-10 -1.445217E-10 -1.956310E-10 -1.524369E-10 -1.021520E-10 -9.392645E-11 -1.218183E-10 -1.069885E-09
-1.301082E-09 -8.491899E-10 1.114536E-08

13 -1.442424E-10 -8.487859E-10 -1.686502E-10 -1.607756E-10 -1.236925E-10 -8.493541E-11 -8.148330E-11 -1.074203E-10 -1.300861E-09
-1.069902E-09 -6.707964E-10 -4.316588E-09 1.114561E-08

14 -7.475141E-11 -1.481472E-10 -2.061213E-09 -6.760239E-11 -5.041696E-11 -4.102042E-11 -4.909882E-11 -6.690457E-11 -1.119658E-10
-8.709940E-11 -1.052348E-10 -1.607833E-10 -1.956577E-10 1.015795E-08

15 -5.435034E-11 -1.292302E-10 -1.121581E-09 -5.038598E-11 -3.884702E-11 -3.162508E-11 -3.678406E-11 -4.886201E-11 -9.346825E-11
-7.185339E-11 -9.087818E-11 -1.234914E-10 -1.521741E-10 -2.696055E-09 1.013239E-08

16 -4.629795E-11 -8.688798E-11 -1.068284E-09 -4.107110E-11 -3.167167E-11 -2.701231E-11 -3.303251E-11 -4.373312E-11 -6.257774E-11
-4.944717E-11 -6.333587E-11 -8.483017E-11 -1.019833E-10 -1.132254E-09 -2.092841E-09 1.006868E-08

17 -5.926870E-11 -7.095208E-11 -1.124192E-09 -4.927172E-11 -3.691019E-11 -3.308215E-11 -4.341944E-11 -5.839290E-11 -5.337055E-11
-4.420549E-11 -5.473923E-11 -8.156376E-11 -9.397061E-11 -6.757887E-10 -8.256858E-10 -2.089827E-09 1.013600E-08

18 -8.186004E-11 -8.130530E-11 -2.066395E-09 -6.715448E-11 -4.904285E-11 -4.379450E-11 -5.836791E-11 -7.990193E-11 -6.435805E-11
-5.443185E-11 -6.434275E-11 -1.076848E-10 -1.220853E-10 -8.068695E-10 -6.750671E-10 -1.131301E-09 -2.697752E-09 1.015038E-08

19 -1.747478E-10 -3.441069E-10 -7.381788E-11 -2.650304E-10 -2.861494E-10 -2.102563E-10 -1.529140E-10 -1.363842E-10 -2.115019E-10
-2.600924E-10 -4.471809E-10 -2.834073E-10 -2.366399E-10 -9.165219E-11 -8.729540E-11 -6.599033E-11 -5.636448E-11 -6.021808E-11
6.360125E-09

```
  20 -7.757641E-11 -4.686050E-10 -1.835664E-10 -9.652769E-11 -9.207745E-11 -6.957461E-11 -5.930234E-11 -6.324380E-11 -2.725640E-10

     -2.219983E-10 -3.613150E-10 -2.482919E-10 -2.969329E-10 -2.783846E-10 -3.004868E-10 -2.207422E-10 -1.605635E-10 -1.432539E-10

     -4.979469E-10  6.649485E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.620899E-08

   2 -3.488042E-09  1.533978E-08

   3 -1.898196E-09 -3.486861E-09  1.621888E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.000715E-08
      0.000000E+00

   1  4.078001E-10 -3.859416E-10
     -7.127239E-10 -6.641226E-10

   2  4.078001E-10  1.888025E-08 -3.859416E-10
      7.127239E-10 -4.278617E-25  6.641226E-10

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382538E-01
      9.403333E-01

   2  5.801051E-02  1.378032E-01
      4.002207E-01  9.408155E-01

   3  5.823292E-02  5.800984E-02  1.382519E-01
      3.815131E-01  4.039815E-01  9.403353E-01
   4  5.820900E-02  5.798135E-02  5.820327E-02  1.381950E-01
```

```
     5.715037E-01  4.033074E-01  3.791056E-01  9.403957E-01

  5  5.820897E-02  5.798104E-02  5.820269E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     5.428791E-01  3.988195E-01  3.748101E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

  6  5.823835E-02  5.800989E-02  5.823175E-02  5.820897E-02  5.820900E-02  1.382538E-01
     5.405091E-01  3.923199E-01  3.728753E-01  5.428791E-01  5.715037E-01  9.403333E-01

  7  5.826784E-02  5.803912E-02  5.826147E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
     5.428167E-01  3.897192E-01  3.747260E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

  8  5.826787E-02  5.803943E-02  5.826206E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
     5.714413E-01  3.932045E-01  3.790188E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

  9  5.802397E-02  5.780113E-02  5.802319E-02  5.799479E-02  5.799449E-02  5.802336E-02  5.805261E-02  5.805292E-02  1.378297E-01
     4.035993E-01  6.305994E-01  4.057353E-01  4.066714E-01  4.018948E-01  3.952104E-01  3.926274E-01  3.963166E-01  9.407869E-01

 10  5.802409E-02  5.780112E-02  5.802307E-02  5.799492E-02  5.799463E-02  5.802352E-02  5.805276E-02  5.805305E-02  5.781437E-02
     4.055560E-01  6.017521E-01  4.037696E-01  4.089302E-01  4.041113E-01  3.971568E-01  3.943525E-01  3.980233E-01  6.506890E-01

     1.378297E-01
     9.407869E-01

 11  5.801074E-02  5.778788E-02  5.800961E-02  5.798160E-02  5.798132E-02  5.801019E-02  5.803940E-02  5.803969E-02  5.780112E-02
     4.037996E-01  6.000101E-01  4.003862E-01  4.074546E-01  4.029201E-01  3.959281E-01  3.929075E-01  3.963404E-01  6.017521E-01

     5.780113E-02  1.378032E-01
     6.305994E-01  9.408155E-01

 12  5.805544E-02  5.783208E-02  5.805441E-02  5.802621E-02  5.802593E-02  5.805486E-02  5.808416E-02  5.808445E-02  5.784536E-02
     4.117468E-01  5.404691E-01  4.096188E-01  4.146563E-01  4.090979E-01  4.020195E-01  3.995654E-01  4.038163E-01  5.676253E-01

     5.784536E-02  5.783209E-02  1.378918E-01
     5.720412E-01  5.446652E-01  9.407200E-01

 13  5.805531E-02  5.783209E-02  5.805454E-02  5.802608E-02  5.802578E-02  5.805471E-02  5.808401E-02  5.808432E-02  5.784536E-02
     4.094493E-01  5.446652E-01  4.119269E-01  4.120373E-01  4.065761E-01  3.998110E-01  3.975894E-01  4.018317E-01  5.720412E-01
     5.784536E-02  5.783208E-02  5.787640E-02  1.378918E-01
     5.676253E-01  5.404691E-01  6.506221E-01  9.407200E-01
```

```
14  5.820327E-02  5.798070E-02  5.820718E-02  5.817367E-02  5.817308E-02  5.820208E-02  5.823175E-02  5.823235E-02  5.799402E-02
    3.790812E-01  4.076290E-01  5.715056E-01  3.771329E-01  3.729376E-01  3.707258E-01  3.721941E-01  3.763099E-01  4.090992E-01

    5.799389E-02  5.798045E-02  5.802518E-02  5.802531E-02  1.381932E-01
    4.068307E-01  4.034637E-01  4.121895E-01  4.148194E-01  9.403976E-01

15  5.820269E-02  5.798042E-02  5.820714E-02  5.817308E-02  5.817245E-02  5.820143E-02  5.823111E-02  5.823175E-02  5.799373E-02
    3.747884E-01  4.030748E-01  5.428810E-01  3.729376E-01  3.689636E-01  3.668701E-01  3.682876E-01  3.721941E-01  4.042601E-01

    5.799359E-02  5.798014E-02  5.802488E-02  5.802502E-02  5.817781E-02  1.381932E-01
    4.020352E-01  3.989583E-01  4.067079E-01  4.092388E-01  5.928356E-01  9.403976E-01

16  5.823175E-02  5.800929E-02  5.823652E-02  5.820208E-02  5.820143E-02  5.823044E-02  5.826019E-02  5.826084E-02  5.802262E-02
    3.728753E-01  3.960758E-01  5.405110E-01  3.707453E-01  3.668877E-01  3.651262E-01  3.668077E-01  3.706634E-01  3.973004E-01

    5.802246E-02  5.800899E-02  5.805380E-02  5.805396E-02  5.820714E-02  5.820718E-02  1.382519E-01
    3.953468E-01  3.924542E-01  3.999424E-01  4.021588E-01  5.428810E-01  5.715056E-01  9.403353E-01

17  5.826147E-02  5.803850E-02  5.826601E-02  5.823175E-02  5.823111E-02  5.826019E-02  5.828997E-02  5.829062E-02  5.805186E-02
    3.747478E-01  3.930615E-01  5.428186E-01  3.722347E-01  3.683242E-01  3.668254E-01  3.688388E-01  3.728129E-01  3.945042E-01

    5.805171E-02  5.803822E-02  5.808310E-02  5.808325E-02  5.823657E-02  5.823659E-02  5.826604E-02  1.383109E-01
    3.927724E-01  3.898608E-01  3.977333E-01  3.997171E-01  5.192123E-01  5.249901E-01  5.714433E-01  9.402729E-01

18  5.826206E-02  5.803878E-02  5.826604E-02  5.823235E-02  5.823175E-02  5.826084E-02  5.829062E-02  5.829123E-02  5.805215E-02
    3.790432E-01  3.965091E-01  5.714433E-01  3.763553E-01  3.722347E-01  3.706829E-01  3.728129E-01  3.770082E-01  3.981904E-01

    5.805202E-02  5.803853E-02  5.808341E-02  5.808354E-02  5.823659E-02  5.823657E-02  5.826601E-02  5.829554E-02  1.383109E-01
    3.964764E-01  3.933598E-01  4.019928E-01  4.039860E-01  5.249901E-01  5.192123E-01  5.428186E-01  5.927108E-01  9.402729E-01

19  5.787368E-02  5.765052E-02  5.786875E-02  5.784487E-02  5.784483E-02  5.787360E-02  5.790249E-02  5.790252E-02  5.766371E-02
    3.870612E-01  4.176438E-01  3.589386E-01  3.932741E-01  3.928124E-01  3.862807E-01  3.808360E-01  3.811720E-01  4.164976E-01

    5.766382E-02  5.765073E-02  5.769454E-02  5.769443E-02  5.783972E-02  5.783920E-02  5.786769E-02  5.789678E-02  5.789731E-02
    4.191705E-01  4.232503E-01  4.127482E-01  4.104797E-01  3.604885E-01  3.578709E-01  3.540611E-01  3.526470E-01  3.549193E-01
    4.289744E+00
    1.022309E+00
```

```
  20  5.786964E-02  5.765073E-02  5.787279E-02  5.784061E-02  5.784009E-02  5.786859E-02  5.789768E-02  5.789821E-02  5.766382E-02
      3.588493E-01  4.232503E-01  3.872491E-01  3.604029E-01  3.577910E-01  3.539825E-01  3.525652E-01  3.548325E-01  4.191705E-01

      5.766371E-02  5.765052E-02  5.769443E-02  5.769454E-02  5.784398E-02  5.784394E-02  5.787271E-02  5.790159E-02  5.790163E-02
      4.164976E-01  4.176438E-01  4.104797E-01  4.127482E-01  3.934777E-01  3.930135E-01  3.864647E-01  3.810082E-01  3.813457E-01

      5.751261E-02  6.775690E-01
      3.845011E-01  9.859067E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.143831E-01
      4.968774E-01

   2  1.088778E-01  1.322252E-01
      2.652309E-01  4.885877E-01

   3  1.025740E-01  1.112160E-01  1.183248E-01
      2.462826E-01  2.569211E-01  4.816447E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.367563E-01
      1.001326E+00

   1 -1.293488E-02 -8.906105E-03
      9.364749E-03  4.323423E-03

   2  2.013549E-03  1.408844E-02  8.965006E-03
     -2.300181E-03  2.328917E-01  5.069855E-03
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.29177E+02	-9.29416E+00	2.80052E-03	1.91350E+05	3.18916E+03	3.36756E-01	1.00133E+00	3.77261E-06
Positive:	1.81052E+02	-1.73090E+00	3.38097E-04	2.92675E+05	4.87792E+03	1.40884E-02	2.32892E-01	7.11769E-06

- **ESTRUTURA DE SUSPENSÃO PESADA – I51SP**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:35:01   Name of disk plot file is  i52sp.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I52SP.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/04/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT'S 500 KV
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  CIRCUITO SIMPLES AUTOPORTANTE FEIXE CENTRAL MENOR
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X ACAR 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678   -9.85   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -10.375   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -11.425   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -11.95   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -11.425   33.51   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -10.375   33.51   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678    0.48  44.801  23.791     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  44.206  23.196     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  44.206  23.196     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48  44.801  23.791     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  42.816  21.806     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  42.816  21.806     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   9.850   34.92   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  10.375   36.21   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  11.425   36.21   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   11.95   34.92   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  11.425   33.63   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  10.375   33.63   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144  -8.400  49.027  30.907     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400   8.400  49.027  30.907     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-9.850	20.793	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.480	30.794	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	9.850	20.833	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-10.375	22.083	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.425	22.083	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.950	20.793	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.425	19.503	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-10.375	19.503	
9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	30.199	
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	30.199	

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	30.794
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	28.809
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	28.809
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.375	22.123
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.425	22.123
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.950	20.833
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.425	19.543
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.375	19.543
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-8.400	36.947
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	8.400	36.947

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```
   1  1.009553E-08

   2 -8.371154E-11  1.099907E-08

   3 -7.115595E-11 -1.114311E-10  1.009581E-08

   4 -2.070653E-09 -1.008763E-10 -6.187672E-11  1.014659E-08

   5 -1.129410E-09 -8.655031E-11 -4.596214E-11 -2.705701E-09  1.012401E-08

   6 -1.073799E-09 -6.094418E-11 -3.893725E-11 -1.138985E-09 -2.098685E-09  1.006459E-08

   7 -1.129310E-09 -5.377985E-11 -4.887629E-11 -6.817648E-10 -8.307289E-10 -2.093384E-09  1.013276E-08

   8 -2.072739E-09 -6.385495E-11 -6.650024E-11 -8.140564E-10 -6.809865E-10 -1.135504E-09 -2.701732E-09  1.014538E-08

   9 -7.047497E-11 -2.967494E-09 -8.671967E-11 -8.203601E-11 -6.746305E-11 -4.712524E-11 -4.312440E-11 -5.347564E-11  1.222346E-08

  10 -8.667868E-11 -1.575046E-09 -7.052867E-11 -1.051455E-10 -8.706424E-11 -5.923814E-11 -5.204122E-11 -6.362266E-11 -3.383551E-09
      1.222327E-08
  11 -1.114688E-10 -2.153443E-09 -8.373370E-11 -1.413167E-10 -1.217106E-10 -8.283465E-11 -6.963230E-11 -8.134450E-11 -1.575089E-09
```

-2.967851E-09 1.099841E-08

12 -1.590435E-10 -6.766616E-10 -1.360089E-10 -1.794136E-10 -1.394944E-10 -9.557013E-11 -9.066804E-11 -1.183881E-10 -1.075024E-09
-1.306291E-09 -8.552480E-10 1.113472E-08

13 -1.358417E-10 -8.548545E-10 -1.592349E-10 -1.478501E-10 -1.139810E-10 -7.994573E-11 -7.870599E-11 -1.039329E-10 -1.306078E-09
-1.075041E-09 -6.767396E-10 -4.327117E-09 1.113495E-08

14 -6.176182E-11 -1.410437E-10 -2.070239E-09 -5.661232E-11 -4.319726E-11 -3.527972E-11 -4.167203E-11 -5.580795E-11 -1.050172E-10
-8.195012E-11 -1.007192E-10 -1.477544E-10 -1.792993E-10 1.014719E-08

15 -4.586240E-11 -1.212406E-10 -1.129026E-09 -4.317386E-11 -3.400210E-11 -2.770609E-11 -3.171948E-11 -4.146048E-11 -8.679471E-11
-6.727954E-11 -8.626955E-11 -1.137329E-10 -1.391653E-10 -2.705123E-09 1.012457E-08

16 -3.892946E-11 -8.248529E-11 -1.073569E-09 -3.531944E-11 -2.774424E-11 -2.344013E-11 -2.799582E-11 -3.658983E-11 -5.904660E-11
-4.700720E-11 -6.075432E-11 -7.981602E-11 -9.537194E-11 -1.138609E-09 -2.098323E-09 1.006480E-08

17 -4.896368E-11 -6.946267E-11 -1.129175E-09 -4.180470E-11 -3.182067E-11 -2.803653E-11 -3.584270E-11 -4.773042E-11 -5.197538E-11
-4.310788E-11 -5.372365E-11 -7.875381E-11 -9.067874E-11 -6.815119E-10 -8.304976E-10 -2.093286E-09 1.013276E-08

18 -6.661191E-11 -8.131127E-11 -2.072581E-09 -5.599505E-11 -4.160218E-11 -3.664071E-11 -4.771472E-11 -6.459775E-11 -6.366107E-11
-5.354092E-11 -6.389890E-11 -1.041300E-10 -1.185838E-10 -8.137869E-10 -6.807454E-10 -1.135393E-09 -2.701713E-09 1.014542E-08

19 -1.844683E-10 -3.459368E-10 -7.398910E-11 -2.739748E-10 -2.873300E-10 -2.085451E-10 -1.536429E-10 -1.418947E-10 -2.134560E-10
-2.620396E-10 -4.489317E-10 -2.884270E-10 -2.415669E-10 -9.119277E-11 -8.626509E-11 -6.520091E-11 -5.613601E-11 -6.047265E-11
 6.363857E-09

20 -7.780920E-11 -4.704662E-10 -1.937678E-10 -9.610171E-11 -9.102403E-11 -6.875599E-11 -5.907620E-11 -6.354274E-11 -2.746246E-10

```
     -2.240576E-10 -3.632447E-10 -2.534790E-10 -3.022297E-10 -2.877518E-10 -3.016840E-10 -2.189170E-10 -1.613155E-10 -1.490350E-10

     -4.976079E-10  6.653592E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.599399E-08

   2 -3.318349E-09  1.516283E-08

   3 -1.588944E-09 -3.315233E-09  1.600340E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.023839E-08
      0.000000E+00

   1  4.241536E-10 -4.374327E-10
     -7.418896E-10 -7.558194E-10

   2  4.241536E-10  1.846092E-08 -4.374327E-10
      7.418896E-10  4.166099E-26  7.558194E-10

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382538E-01
      9.403333E-01

   2  5.801017E-02  1.378032E-01
      3.957020E-01  9.408155E-01

   3  5.823157E-02  5.800954E-02  1.382519E-01
      3.717183E-01  3.994804E-01  9.403353E-01

   4  5.820900E-02  5.798099E-02  5.820190E-02  1.381950E-01
      5.715037E-01  3.981848E-01  3.696229E-01  9.403957E-01
```

```
 5  5.820897E-02  5.798065E-02  5.820124E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
    5.428791E-01  3.937993E-01  3.658208E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

 6  5.823835E-02  5.800948E-02  5.823025E-02  5.820897E-02  5.820900E-02  1.382538E-01
    5.405091E-01  3.878611E-01  3.640814E-01  5.428791E-01  5.715037E-01  9.403333E-01

 7  5.826784E-02  5.803873E-02  5.825999E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
    5.428167E-01  3.857145E-01  3.657413E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

 8  5.826787E-02  5.803907E-02  5.826066E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
    5.714413E-01  3.892189E-01  3.695416E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

 9  5.802364E-02  5.780113E-02  5.802288E-02  5.799444E-02  5.799411E-02  5.802296E-02  5.805223E-02  5.805257E-02  1.378297E-01
    3.987932E-01  6.305994E-01  4.009127E-01  4.012213E-01  3.965804E-01  3.905058E-01  3.884025E-01  3.920988E-01  9.407869E-01

10  5.802378E-02  5.780112E-02  5.802274E-02  5.799459E-02  5.799427E-02  5.802313E-02  5.805239E-02  5.805272E-02  5.781437E-02
    4.007548E-01  6.017521E-01  3.989431E-01  4.034303E-01  3.987294E-01  3.924146E-01  3.901256E-01  3.938248E-01  6.506890E-01

    1.378297E-01
    9.407869E-01

11  5.801044E-02  5.778788E-02  5.800927E-02  5.798128E-02  5.798097E-02  5.800981E-02  5.803904E-02  5.803936E-02  5.780112E-02
    3.993188E-01  6.000101E-01  3.958489E-01  4.022756E-01  3.978049E-01  3.914225E-01  3.889186E-01  3.924115E-01  6.017521E-01

    5.780113E-02  1.378032E-01
    6.305994E-01  9.408155E-01

12  5.805512E-02  5.783208E-02  5.805408E-02  5.802588E-02  5.802556E-02  5.805447E-02  5.808378E-02  5.808411E-02  5.784536E-02
    4.061448E-01  5.404691E-01  4.040350E-01  4.083209E-01  4.030084E-01  3.966644E-01  3.947462E-01  3.989596E-01  5.676253E-01

    5.784536E-02  5.783209E-02  1.378918E-01
    5.720412E-01  5.446652E-01  9.407200E-01

13  5.805498E-02  5.783209E-02  5.805422E-02  5.802573E-02  5.802540E-02  5.805430E-02  5.808362E-02  5.808396E-02  5.784536E-02
    4.038886E-01  5.446652E-01  4.063002E-01  4.058137E-01  4.006070E-01  3.945322E-01  3.928023E-01  3.969865E-01  5.720412E-01

    5.784536E-02  5.783208E-02  5.787640E-02  1.378918E-01
    5.676253E-01  5.404691E-01  6.506221E-01  9.407200E-01
```

```
14  5.820190E-02  5.798038E-02  5.820718E-02  5.817227E-02  5.817160E-02  5.820055E-02  5.823025E-02  5.823093E-02  5.799369E-02
    3.696040E-01  4.024277E-01  5.715056E-01  3.678656E-01  3.641438E-01  3.621850E-01  3.635409E-01  3.672071E-01  4.035764E-01

    5.799354E-02  5.798009E-02  5.802483E-02  5.802498E-02  1.381932E-01
    4.013592E-01  3.983214E-01  4.059429E-01  4.084589E-01  9.403976E-01

15  5.820124E-02  5.798007E-02  5.820714E-02  5.817160E-02  5.817090E-02  5.819983E-02  5.822954E-02  5.823025E-02  5.799337E-02
    3.658036E-01  3.979401E-01  5.428810E-01  3.641438E-01  3.605971E-01  3.587316E-01  3.600425E-01  3.635409E-01  3.988585E-01

    5.799321E-02  5.797975E-02  5.802450E-02  5.802466E-02  5.817781E-02  1.381932E-01
    3.967024E-01  3.939209E-01  4.007196E-01  4.031283E-01  5.928356E-01  9.403976E-01

16  5.823025E-02  5.800891E-02  5.823652E-02  5.820055E-02  5.819983E-02  5.822879E-02  5.825856E-02  5.825929E-02  5.802223E-02
    3.640814E-01  3.915536E-01  5.405110E-01  3.622005E-01  3.587458E-01  3.571475E-01  3.586692E-01  3.621226E-01  3.925414E-01

    5.802206E-02  5.800858E-02  5.805340E-02  5.805357E-02  5.820714E-02  5.820718E-02  1.382519E-01
    3.906263E-01  3.879805E-01  3.946466E-01  3.967854E-01  5.428810E-01  5.715056E-01  9.403353E-01

17  5.825999E-02  5.803814E-02  5.826601E-02  5.823025E-02  5.822954E-02  5.825856E-02  5.828837E-02  5.828909E-02  5.805149E-02
    3.657584E-01  3.890573E-01  5.428186E-01  3.635732E-01  3.600719E-01  3.586834E-01  3.604724E-01  3.640190E-01  3.902613E-01

    5.805132E-02  5.803782E-02  5.808272E-02  5.808288E-02  5.823657E-02  5.823659E-02  5.826604E-02  1.383109E-01
    3.885321E-01  3.858419E-01  3.929292E-01  3.948797E-01  5.192123E-01  5.249901E-01  5.714433E-01  9.402729E-01

18  5.826066E-02  5.803846E-02  5.826604E-02  5.823093E-02  5.823025E-02  5.825929E-02  5.828909E-02  5.828978E-02  5.805181E-02
    3.695606E-01  3.925636E-01  5.714433E-01  3.672426E-01  3.635732E-01  3.621382E-01  3.640190E-01  3.677408E-01  3.939745E-01

    5.805167E-02  5.803817E-02  5.808306E-02  5.808321E-02  5.823659E-02  5.823657E-02  5.826601E-02  5.829554E-02  1.383109E-01
    3.922417E-01  3.893587E-01  3.971281E-01  3.991089E-01  5.249901E-01  5.192123E-01  5.428186E-01  5.927108E-01  9.402729E-01

19  5.787365E-02  5.765052E-02  5.786816E-02  5.784482E-02  5.784475E-02  5.787351E-02  5.790240E-02  5.790248E-02  5.766371E-02
    3.867677E-01  4.176438E-01  3.561433E-01  3.927167E-01  3.918465E-01  3.852922E-01  3.801294E-01  3.807662E-01  4.164976E-01

    5.766382E-02  5.765073E-02  5.769454E-02  5.769443E-02  5.783912E-02  5.783856E-02  5.786704E-02  5.789614E-02  5.789671E-02
    4.191705E-01  4.232503E-01  4.127482E-01  4.104797E-01  3.574995E-01  3.549198E-01  3.513112E-01  3.500609E-01  3.523229E-01

    4.289744E+00
    1.022309E+00
```

```
 20  5.786905E-02  5.765073E-02  5.787276E-02  5.784001E-02  5.783945E-02  5.786793E-02  5.789703E-02  5.789760E-02  5.766382E-02
     3.560604E-01  4.232503E-01  3.869541E-01  3.574204E-01  3.548459E-01  3.512381E-01  3.499845E-01  3.522418E-01  4.191705E-01

     5.766371E-02  5.765052E-02  5.769443E-02  5.769454E-02  5.784393E-02  5.784386E-02  5.787261E-02  5.790151E-02  5.790158E-02
     4.164976E-01  4.176438E-01  4.104797E-01  4.127482E-01  3.929173E-01  3.920426E-01  3.854714E-01  3.802984E-01  3.809380E-01

     5.751261E-02  6.775690E-01
     3.845011E-01  9.859067E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.136957E-01
      4.984866E-01

   2  1.084664E-01  1.322284E-01
      2.611761E-01  4.886604E-01

   3  1.019539E-01  1.109680E-01  1.178811E-01
      2.386482E-01  2.522573E-01  4.822642E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.355273E-01
      9.911914E-01

   1 -1.405533E-02 -1.110786E-02
      9.581394E-03  5.523104E-03

   2  2.644060E-03  1.413892E-02  1.121229E-02
     -2.461969E-03  2.391099E-01  6.286538E-03

Sequence       Surge impedance       Attenuation   velocity    Wavelength   Resistance    Reactance   Susceptance
         magnitude(Ohm) angle(degr.)     db/km       km/sec        km          Ohm/km        Ohm/km      mho/km
   Zero :  5.20686E+02 -9.35071E+00  2.83626E-03  1.90109E+05  3.16848E+03  3.35527E-01  9.91191E-01  3.85978E-06
Positive:  1.85518E+02 -1.69202E+00  3.31135E-04  2.92113E+05  4.86855E+03  1.41389E-02  2.39110E-01  6.95960E-06
```

- **ESTRUTURA DE SUSPENSÃO DE TRANSPOSIÇÃO – I51TR**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:36:30   Name of disk plot file is  i52tr.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I52TR.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/04/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT'S 500 KV
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  CIRCUITO SIMPLES AUTOPORTANTE TRANSPOSIÇÃO
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X ACAR 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -9.850   43.90   22.89     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -10.375   45.19   24.18     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -11.425   45.19   24.18     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -11.950   43.90   22.89     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -11.425   42.61   21.60     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678 -10.375   42.61   21.60     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678    0.48  52.611  31.601     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  53.306  32.296     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  53.306  29.296     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48  52.661  31.601     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  51.916  30.906     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  51.915  30.906     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   9.750   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  10.275   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  11.325   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   11.85   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  11.325   33.51   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678  10.275   33.51   12.50     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144  -8.400  58.127  40.227     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400   8.400  58.127  40.100     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-|X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-9.850	29.893	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.480	38.604	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	9.750	20.793	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-10.375	31.183	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.425	31.183	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.950	29.893	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.425	28.603	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-10.375	28.603	
9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	39.299	
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	37.299	

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	38.621
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	37.909
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	37.909
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.275	22.083
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.325	22.083
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.850	20.793
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.325	19.503
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	10.275	19.503
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-8.400	46.194
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	8.400	46.109

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.008077E-08

2 -9.168005E-11 1.155405E-08

3 -7.547446E-11 -6.229347E-11 1.006983E-08

4 -2.083473E-09 -1.023084E-10 -5.993171E-11 1.013502E-08

5 -1.143430E-09 -8.457292E-11 -4.755350E-11 -2.718587E-09 1.010943E-08

6 -1.090682E-09 -6.214806E-11 -4.799938E-11 -1.154193E-09 -2.115912E-09 1.004383E-08

7 -1.150243E-09 -6.017297E-11 -6.594468E-11 -7.000643E-10 -8.511609E-10 -2.118369E-09 1.010198E-08

8 -2.092618E-09 -7.374950E-11 -8.250623E-11 -8.311339E-10 -6.997025E-10 -1.158380E-09 -2.730328E-09 1.011834E-08

9 -1.157651E-10 -2.945387E-09 -6.607532E-11 -1.383423E-10 -1.192127E-10 -8.580433E-11 -7.767357E-11 -9.081074E-11 1.063407E-08

10 -1.845297E-10 -9.106970E-10 -9.189558E-11 -1.996846E-10 -1.545162E-10 -1.107318E-10 -1.109477E-10 -1.439214E-10 -6.930589E-10
1.095800E-08

11 -1.281114E-10 -1.749769E-09 -5.227187E-11 -1.541249E-10 -1.286455E-10 -8.974015E-11 -8.066152E-11 -9.675167E-11 -2.188951E-09
-1.190472E-09 1.121533E-08

12 -1.069786E-10 -1.285324E-09 -4.934496E-11 -1.210863E-10 -9.666967E-11 -6.831769E-11 -6.532871E-11 -8.220252E-11 -8.602883E-10
-3.001831E-09 -2.368948E-09 1.252665E-08

13 -9.836412E-11 -2.456384E-09 -6.248926E-11 -1.055926E-10 -8.350526E-11 -6.127446E-11 -6.180013E-11 -7.885500E-11 -1.011876E-09
-2.260606E-09 -1.319870E-09 -3.212563E-09 1.220205E-08

14 -7.844165E-11 -8.210722E-11 -2.099046E-09 -6.433851E-11 -5.054560E-11 -4.864603E-11 -6.479653E-11 -8.224242E-11 -8.714055E-11
-1.149415E-10 -6.609515E-11 -6.203740E-11 -8.069633E-11 1.011468E-08

15 -6.156897E-11 -7.700927E-11 -1.151720E-09 -5.196917E-11 -4.126393E-11 -3.875078E-11 -5.014725E-11 -6.333045E-11 -8.296671E-11
-1.013781E-10 -6.036434E-11 -5.547177E-11 -7.351769E-11 -2.730966E-09 1.010396E-08

16 -4.559848E-11 -5.482308E-11 -1.089382E-09 -3.830508E-11 -3.098437E-11 -2.977982E-11 -3.876838E-11 -4.805643E-11 -5.994433E-11
-7.091690E-11 -4.332210E-11 -3.916547E-11 -5.169217E-11 -1.156451E-09 -2.112440E-09 1.005514E-08

17 -4.748932E-11 -4.435515E-11 -1.144615E-09 -3.838782E-11 -3.136260E-11 -3.182089E-11 -4.300230E-11 -5.251806E-11 -4.849313E-11
-6.034606E-11 -3.642593E-11 -3.313918E-11 -4.262207E-11 -6.985666E-10 -8.438513E-10 -2.102529E-09 1.012369E-08

18 -6.206949E-11 -4.743327E-11 -2.092724E-09 -4.883926E-11 -3.954297E-11 -4.106904E-11 -5.686408E-11 -6.977288E-11 -5.102356E-11
-6.943624E-11 -4.033932E-11 -3.756064E-11 -4.718443E-11 -8.358556E-10 -6.980088E-10 -1.147465E-09 -2.713671E-09 1.012969E-08

19 -2.017494E-10 -2.570761E-10 -5.684624E-11 -2.911511E-10 -3.055790E-10 -2.278677E-10 -1.750322E-10 -1.621771E-10 -4.296180E-10
-2.906019E-10 -3.662774E-10 -2.179441E-10 -1.939360E-10 -7.149267E-11 -6.924826E-11 -5.295188E-11 -4.479289E-11 -4.667796E-11
6.305530E-09

20 -1.054654E-10 -3.778543E-10 -1.194949E-10 -1.236335E-10 -1.158205E-10 -9.100632E-11 -8.357450E-11 -9.094650E-11 -5.176148E-10

```
     -3.042854E-10 -3.082970E-10 -2.071501E-10 -2.726791E-10 -1.692568E-10 -1.810464E-10 -1.393516E-10 -1.070077E-10 -9.767455E-11

     -5.695334E-10  6.517358E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.531281E-08

   2 -3.714582E-09  1.417810E-08

   3 -1.869683E-09 -2.206320E-09  1.536241E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  9.757384E-09
      0.000000E+00

   1 -1.441785E-11  5.713950E-10
     -8.744597E-10 -7.232703E-10

   2 -1.441785E-11  1.754797E-08  5.713950E-10
      8.744597E-10 -4.036013E-25  7.232703E-10

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.378434E-01
      9.407722E-01

   2  5.763347E-02  1.374591E-01
      4.007895E-01  9.411902E-01

   3  5.802646E-02  5.783550E-02  1.382538E-01
      3.649618E-01  3.707094E-01  9.403333E-01

   4  5.779928E-02  5.760490E-02  5.799714E-02  1.377859E-01
```

```
    5.719424E-01  4.028759E-01  3.614512E-01  9.408342E-01

 5  5.779925E-02  5.760459E-02  5.799652E-02  5.777058E-02  1.377859E-01
    5.433178E-01  3.979953E-01  3.583919E-01  5.932722E-01  9.408342E-01

 6  5.782795E-02  5.763284E-02  5.802521E-02  5.779925E-02  5.779928E-02  1.378434E-01
    5.409480E-01  3.920242E-01  3.585397E-01  5.433178E-01  5.719424E-01  9.407722E-01

 7  5.785675E-02  5.766147E-02  5.805460E-02  5.782800E-02  5.782801E-02  5.785678E-02  1.379010E-01
    5.432557E-01  3.901783E-01  3.616540E-01  5.196492E-01  5.254271E-01  5.718804E-01  9.407101E-01

 8  5.785678E-02  5.766178E-02  5.805523E-02  5.782801E-02  5.782800E-02  5.785675E-02  5.788560E-02  1.379010E-01
    5.718804E-01  3.941022E-01  3.650082E-01  5.254271E-01  5.196492E-01  5.432557E-01  5.931481E-01  9.407101E-01

 9  5.761821E-02  5.742857E-02  5.781995E-02  5.758967E-02  5.758937E-02  5.761760E-02  5.764620E-02  5.764651E-02  1.374288E-01
    3.992309E-01  6.206756E-01  3.680506E-01  4.016588E-01  3.970179E-01  3.909435E-01  3.888403E-01  3.925367E-01  9.412235E-01

10  5.766245E-02  5.747224E-02  5.786442E-02  5.763385E-02  5.763356E-02  5.766186E-02  5.769053E-02  5.769082E-02  5.745706E-02
    4.089050E-01  5.670636E-01  3.736757E-01  4.107962E-01  4.052075E-01  3.988923E-01  3.971787E-01  4.016369E-01  5.428325E-01

    1.375162E-01
    9.411277E-01

11  5.763335E-02  5.744336E-02  5.783487E-02  5.760479E-02  5.760451E-02  5.763277E-02  5.766139E-02  5.766168E-02  5.742820E-02
    4.048451E-01  6.003738E-01  3.689457E-01  4.074298E-01  4.023975E-01  3.959265E-01  3.937075E-01  3.976542E-01  5.978646E-01

    5.747188E-02  1.374584E-01
    5.750745E-01  9.411910E-01

12  5.764899E-02  5.745891E-02  5.785081E-02  5.762041E-02  5.762011E-02  5.764840E-02  5.767704E-02  5.767734E-02  5.744374E-02
    4.065827E-01  5.969655E-01  3.716690E-01  4.087586E-01  4.034461E-01  3.971023E-01  3.951842E-01  3.993976E-01  5.680621E-01

    5.748745E-02  5.745855E-02  1.374895E-01
    6.345281E-01  6.190354E-01  9.411570E-01

13  5.764887E-02  5.745892E-02  5.785095E-02  5.762028E-02  5.761997E-02  5.764825E-02  5.767690E-02  5.767721E-02  5.744375E-02
    4.043277E-01  6.206099E-01  3.725983E-01  4.062525E-01  4.010456E-01  3.949711E-01  3.932414E-01  3.974257E-01  5.724598E-01

    5.748745E-02  5.745855E-02  5.747411E-02  1.374895E-01
```

```
     6.157829E-01  5.960824E-01  6.510590E-01  9.411569E-01

14   5.799714E-02  5.780662E-02  5.820900E-02  5.796787E-02  5.796724E-02  5.799587E-02  5.802521E-02  5.802585E-02  5.779110E-02
     3.650704E-01  3.740903E-01  5.715037E-01  3.617579E-01  3.586019E-01  3.584861E-01  3.613885E-01  3.648038E-01  3.713388E-01

     5.783549E-02  5.780598E-02  5.782190E-02  5.782204E-02  1.381950E-01
     3.768902E-01  3.720733E-01  3.748744E-01  3.759416E-01  9.403957E-01

15   5.799652E-02  5.780633E-02  5.820897E-02  5.796724E-02  5.796658E-02  5.799519E-02  5.802454E-02  5.802521E-02  5.779079E-02
     3.617162E-01  3.719382E-01  5.428791E-01  3.586019E-01  3.555512E-01  3.553730E-01  3.581085E-01  3.613885E-01  3.692907E-01

     5.783517E-02  5.780566E-02  5.782158E-02  5.782174E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     3.744178E-01  3.698458E-01  3.725278E-01  3.736335E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

16   5.802521E-02  5.783490E-02  5.823835E-02  5.799587E-02  5.799519E-02  5.802384E-02  5.805325E-02  5.805394E-02  5.781934E-02
     3.585397E-01  3.668599E-01  5.405091E-01  3.554241E-01  3.525447E-01  3.525385E-01  3.553107E-01  3.584239E-01  3.643746E-01

     5.786378E-02  5.783421E-02  5.785016E-02  5.785033E-02  5.820897E-02  5.820900E-02  1.382538E-01
     3.692494E-01  3.649390E-01  3.674614E-01  3.684725E-01  5.428791E-01  5.715037E-01  9.403333E-01

17   5.805460E-02  5.786384E-02  5.826784E-02  5.802521E-02  5.802454E-02  5.805325E-02  5.808270E-02  5.808338E-02  5.784826E-02
     3.583297E-01  3.639092E-01  5.428167E-01  3.550556E-01  3.522644E-01  3.524825E-01  3.554268E-01  3.584775E-01  3.614913E-01

     5.789277E-02  5.786317E-02  5.787914E-02  5.787930E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
     3.664567E-01  3.622002E-01  3.646675E-01  3.655643E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

18   5.805523E-02  5.786414E-02  5.826787E-02  5.802585E-02  5.802521E-02  5.805394E-02  5.808338E-02  5.808403E-02  5.784856E-02
     3.613890E-01  3.656418E-01  5.714413E-01  3.579220E-01  3.550556E-01  3.553618E-01  3.584775E-01  3.616335E-01  3.631510E-01

     5.789310E-02  5.786350E-02  5.787946E-02  5.787961E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
     3.684491E-01  3.640119E-01  3.665644E-01  3.674197E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

19   5.746821E-02  5.727782E-02  5.766385E-02  5.744001E-02  5.743995E-02  5.746808E-02  5.749634E-02  5.749641E-02  5.726284E-02
     3.865320E-01  4.121603E-01  3.376162E-01  3.924293E-01  3.915756E-01  3.850822E-01  3.799569E-01  3.805834E-01  4.163148E-01

     5.730623E-02  5.727766E-02  5.729301E-02  5.729292E-02  5.763514E-02  5.763461E-02  5.766278E-02  5.769155E-02  5.769209E-02
     4.096795E-01  4.169819E-01  4.125096E-01  4.102789E-01  3.394105E-01  3.378107E-01  3.346195E-01  3.329727E-01  3.343785E-01

     4.289343E+00
```

```
      1.022751E+00

  20  5.746585E-02  5.727985E-02  5.767007E-02  5.743745E-02  5.743694E-02  5.746482E-02  5.749328E-02  5.749380E-02  5.726477E-02
      3.563716E-01  4.173027E-01  3.533087E-01  3.577374E-01  3.551709E-01  3.515645E-01  3.503061E-01  3.525562E-01  4.193260E-01

      5.730796E-02  5.727929E-02  5.729475E-02  5.729486E-02  5.764156E-02  5.764150E-02  5.766993E-02  5.769851E-02  5.769857E-02
      4.079734E-01  4.125832E-01  4.106471E-01  4.128974E-01  3.571612E-01  3.568355E-01  3.527221E-01  3.491845E-01  3.494507E-01

      5.711371E-02  6.771717E-01
      3.849400E-01  9.863446E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.134710E-01
      4.989255E-01

   2  1.078120E-01  1.309512E-01
      2.649036E-01  4.999197E-01

   3  9.732180E-02  1.049180E-01  1.084642E-01
      2.427419E-01  2.364662E-01  5.021331E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.243300E-01
      9.964005E-01

   1 -8.621167E-03 -1.394552E-02
      1.460490E-02 -1.270622E-02

   2  2.895988E-03  1.427817E-02  1.292247E-02
     -4.434499E-03  2.522889E-01 -1.183645E-02
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.33726E+02	-9.01508E+00	2.67209E-03	1.94422E+05	3.24037E+03	3.24330E-01	9.96401E-01	3.67845E-06
Positive:	1.95442E+02	-1.61959E+00	3.17405E-04	2.91695E+05	4.86159E+03	1.42782E-02	2.52289E-01	6.61543E-06

- **ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA - 15 GRAUS – I52A1**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:38:35   Name of disk plot file is  i52a1.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I52A1.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/09/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 0001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT'S 500 KV
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  ESTRUTURA A1(FEIXE CENTRAL EXPANDIDO) BRAÇO-12,70 M
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW1 3.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM           CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.225   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.700   33.51    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.650   33.51    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.125   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.650   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.700   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   1.050   34.80  13.790     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   36.09  15.080     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   36.09  15.080     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -1.050   34.80  13.790     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   33.51  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   33.51  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.225   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.700   33.51    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.650   33.51    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.125   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.700   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.650   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144 -12.000   43.30   24.18     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400  12.000   43.30   24.18     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	13.225	20.793	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	1.050	20.793	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-13.225	20.793	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	12.700	19.503	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.650	19.503	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.125	20.793	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.650	22.083	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	12.700	22.083	
9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.525	22.083	
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.525	22.083	

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-1.050	20.793
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.525	19.503
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.525	19.503
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.700	19.503
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.650	19.503
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.125	20.793
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.700	22.083
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.650	22.083
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-12.000	30.553
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	12.000	30.553

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.007663E-08

2 -1.017809E-10 1.012830E-08

3 -1.672193E-11 -5.376480E-11 1.007570E-08

4 -2.081667E-09 -1.258545E-10 -1.699200E-11 1.014588E-08

5 -1.121096E-09 -1.822847E-10 -2.003396E-11 -2.684270E-09 1.016949E-08

6 -1.057645E-09 -2.118162E-10 -2.253721E-11 -1.110215E-09 -2.046738E-09 1.012342E-08

7 -1.121386E-09 -1.843708E-10 -2.435548E-11 -6.637145E-10 -7.912773E-10 -2.045777E-09 1.017210E-08

8 -2.082413E-09 -1.278287E-10 -2.110669E-11 -8.157638E-10 -6.633041E-10 -1.109426E-09 -2.682578E-09 1.014635E-08

9 -9.527271E-11 -2.042423E-09 -7.055090E-11 -1.035708E-10 -1.456791E-10 -1.854525E-10 -1.820921E-10 -1.307718E-10 1.017139E-08

10 -7.010124E-11 -1.098295E-09 -9.585873E-11 -7.402298E-11 -1.002705E-10 -1.263400E-10 -1.286146E-10 -9.598482E-11 -2.672917E-09

1.017123E-08

11 -5.350006E-11 -1.037886E-09 -1.022479E-10 -6.340426E-11 -8.580546E-11 -9.640830E-11 -8.923191E-11 -6.664769E-11 -1.098354E-09
-2.042589E-09 1.012814E-08

12 -6.406567E-11 -1.091516E-09 -8.980644E-11 -8.646780E-11 -1.191279E-10 -1.207607E-10 -9.785880E-11 -7.120039E-11 -6.410344E-10
-7.788076E-10 -2.035833E-09 1.018631E-08

13 -8.949598E-11 -2.035742E-09 -6.429287E-11 -1.222697E-10 -1.736873E-10 -1.801841E-10 -1.429002E-10 -1.003909E-10 -7.787218E-10
-6.410275E-10 -1.091542E-09 -2.657811E-09 1.018636E-08

14 -1.696786E-11 -6.357468E-11 -2.082308E-09 -1.916701E-11 -2.338349E-11 -2.441217E-11 -2.398544E-11 -2.018221E-11 -7.431782E-11
-1.039632E-10 -1.261696E-10 -1.224779E-10 -8.661640E-11 1.014544E-08

15 -1.998879E-11 -8.595096E-11 -1.121686E-09 -2.336768E-11 -2.911235E-11 -3.013999E-11 -2.870760E-11 -2.355205E-11 -1.005277E-10
-1.460296E-10 -1.825686E-10 -1.738735E-10 -1.192571E-10 -2.684676E-09 1.016912E-08

16 -2.248861E-11 -9.662097E-11 -1.058477E-09 -2.440028E-11 -3.014957E-11 -3.337605E-11 -3.403080E-11 -2.809342E-11 -1.267120E-10
-1.859538E-10 -2.122206E-10 -1.804503E-10 -1.209480E-10 -1.110788E-09 -2.047264E-09 1.012267E-08

17 -2.112342E-11 -6.704875E-11 -2.083792E-09 -2.022955E-11 -2.362968E-11 -2.818049E-11 -3.198244E-11 -2.774549E-11 -9.666230E-11
-1.316491E-10 -1.285262E-10 -1.008555E-10 -7.154296E-11 -8.167149E-10 -6.641808E-10 -1.110661E-09 1.014430E-08

18 -2.434083E-11 -8.960299E-11 -1.122715E-09 -2.400985E-11 -2.876287E-11 -3.408716E-11 -3.768428E-11 -3.193680E-11 -1.292482E-10
-1.829227E-10 -1.850342E-10 -1.433404E-10 -9.817869E-11 -6.646304E-10 -7.921208E-10 -2.046966E-09 -2.684549E-09 1.017021E-08

19 -6.078042E-11 -1.344023E-10 -3.647048E-10 -5.138167E-11 -5.633980E-11 -7.350421E-11 -9.263287E-11 -8.358679E-11 -2.147369E-10
-2.593181E-10 -2.005458E-10 -1.366587E-10 -1.094378E-10 -2.530520E-10 -2.346598E-10 -3.298035E-10 -5.398335E-10 -5.223021E-10
6.463001E-09

20 -3.817792E-10 -2.101517E-10 -6.438779E-11 -2.649189E-10 -2.456829E-10 -3.452837E-10 -5.467667E-10 -5.650931E-10 -2.718271E-10

```
     -2.252705E-10 -1.410773E-10 -1.148158E-10 -1.432428E-10 -5.431250E-11 -5.946146E-11 -7.762773E-11 -8.862999E-11 -9.805867E-11

     -2.988877E-10  6.762623E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.667933E-08

   2 -4.195516E-09  1.748274E-08

   3 -9.109655E-10 -4.209366E-09  1.664438E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.072492E-08
      0.000000E+00

   1  4.239666E-10 -1.232159E-09
     -7.061559E-10 -2.138348E-09

   2  4.239666E-10  2.004077E-08 -1.232159E-09
      7.061559E-10 -4.729108E-25  2.138348E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382538E-01
      9.403333E-01

   2  5.823614E-02  1.382538E-01
      4.080009E-01  9.403333E-01

   3  5.822776E-02  5.823529E-02  1.382538E-01
      3.495034E-01  3.960034E-01  9.403333E-01

   4  5.826787E-02  5.826578E-02  5.825755E-02  1.383127E-01
```

```
     5.714413E-01  4.108337E-01  3.508905E-01  9.402709E-01

  5  5.826784E-02  5.826614E-02  5.825837E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
     5.428167E-01  4.178604E-01  3.539996E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

  6  5.823835E-02  5.823686E-02  5.822938E-02  5.826784E-02  5.826787E-02  1.382538E-01
     5.405091E-01  4.222758E-01  3.557403E-01  5.428167E-01  5.714413E-01  9.403333E-01

  7  5.820897E-02  5.820729E-02  5.819965E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.820900E-02  1.381950E-01
     5.428791E-01  4.179227E-01  3.540619E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.715037E-01  9.403957E-01

  8  5.820900E-02  5.820694E-02  5.819885E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.820897E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     5.715037E-01  4.108961E-01  3.509528E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428791E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

  9  5.820655E-02  5.820900E-02  5.820613E-02  5.823614E-02  5.823652E-02  5.820729E-02  5.817778E-02  5.817741E-02  1.381950E-01
     4.044621E-01  5.715037E-01  3.985294E-01  4.063449E-01  4.128261E-01  4.179227E-01  4.148634E-01  4.080633E-01  9.403957E-01

 10  5.820613E-02  5.820897E-02  5.820655E-02  5.823573E-02  5.823614E-02  5.820694E-02  5.817741E-02  5.817701E-02  5.817963E-02
     3.985294E-01  5.428791E-01  4.044621E-01  4.003556E-01  4.063449E-01  4.108961E-01  4.080633E-01  4.018261E-01  5.928336E-01

     1.381950E-01
     9.403957E-01

 11  5.823529E-02  5.823835E-02  5.823614E-02  5.826495E-02  5.826538E-02  5.823614E-02  5.820655E-02  5.820613E-02  5.820897E-02
     3.960034E-01  5.405091E-01  4.080009E-01  3.984670E-01  4.043997E-01  4.080009E-01  4.044621E-01  3.985294E-01  5.428791E-01

     5.820900E-02  1.382538E-01
     5.715037E-01  9.403333E-01

 12  5.826495E-02  5.826784E-02  5.826538E-02  5.829466E-02  5.829508E-02  5.826578E-02  5.823614E-02  5.823573E-02  5.823840E-02
     3.984670E-01  5.428167E-01  4.043997E-01  4.017013E-01  4.079385E-01  4.108337E-01  4.063449E-01  4.003556E-01  5.192103E-01

     5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
     5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

 13  5.826538E-02  5.826787E-02  5.826495E-02  5.829508E-02  5.829546E-02  5.826614E-02  5.823652E-02  5.823614E-02  5.823841E-02
     4.043997E-01  5.714413E-01  3.984670E-01  4.079385E-01  4.147386E-01  4.178604E-01  4.128261E-01  4.063449E-01  5.249882E-01

     5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
```

```
     5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

14   5.825755E-02  5.826495E-02  5.826787E-02  5.828739E-02  5.828819E-02  5.825915E-02  5.822938E-02  5.822859E-02  5.823573E-02
     3.508905E-01  3.984670E-01  5.714413E-01  3.524949E-01  3.556779E-01  3.572421E-01  3.553194E-01  3.521704E-01  4.003556E-01

     5.823614E-02  5.826578E-02  5.829508E-02  5.829466E-02  1.383127E-01
     4.063449E-01  4.108337E-01  4.079385E-01  4.017013E-01  9.402709E-01

15   5.825837E-02  5.826538E-02  5.826784E-02  5.828819E-02  5.828896E-02  5.825989E-02  5.823013E-02  5.822938E-02  5.823614E-02
     3.539996E-01  4.043997E-01  5.428167E-01  3.556779E-01  3.590012E-01  3.606299E-01  3.586041E-01  3.553194E-01  4.063449E-01

     5.823652E-02  5.826614E-02  5.829546E-02  5.829508E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
     4.128261E-01  4.178604E-01  4.147386E-01  4.079385E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

16   5.822938E-02  5.823614E-02  5.823835E-02  5.825915E-02  5.825989E-02  5.823086E-02  5.820115E-02  5.820042E-02  5.820694E-02
     3.557403E-01  4.080009E-01  5.405091E-01  3.572421E-01  3.606299E-01  3.625401E-01  3.606922E-01  3.573044E-01  4.108961E-01

     5.820729E-02  5.823686E-02  5.826614E-02  5.826578E-02  5.826784E-02  5.826787E-02  1.382538E-01
     4.179227E-01  4.222758E-01  4.178604E-01  4.108337E-01  5.428167E-01  5.714413E-01  9.403333E-01

17   5.819885E-02  5.820613E-02  5.820900E-02  5.822859E-02  5.822938E-02  5.820042E-02  5.817075E-02  5.816998E-02  5.817701E-02
     3.509528E-01  3.985294E-01  5.715037E-01  3.521704E-01  3.553194E-01  3.573044E-01  3.558026E-01  3.526197E-01  4.018261E-01

     5.817741E-02  5.820694E-02  5.823614E-02  5.823573E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.820897E-02  1.381950E-01
     4.080633E-01  4.108961E-01  4.063449E-01  4.003556E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428791E-01  9.403957E-01

18   5.819965E-02  5.820655E-02  5.820897E-02  5.822938E-02  5.823013E-02  5.820115E-02  5.817150E-02  5.817075E-02  5.817741E-02
     3.540619E-01  4.044621E-01  5.428791E-01  3.553194E-01  3.586041E-01  3.606922E-01  3.591259E-01  3.558026E-01  4.080633E-01

     5.817778E-02  5.820729E-02  5.823652E-02  5.823614E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.820900E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     4.148634E-01  4.179227E-01  4.128261E-01  4.063449E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.715037E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

19   5.800800E-02  5.801468E-02  5.801711E-02  5.803739E-02  5.803812E-02  5.800945E-02  5.798012E-02  5.797940E-02  5.798585E-02
     3.480550E-01  3.862553E-01  4.243168E-01  3.479911E-01  3.506999E-01  3.536876E-01  3.536566E-01  3.507398E-01  3.919335E-01

     5.798621E-02  5.801541E-02  5.804431E-02  5.804394E-02  5.804621E-02  5.804622E-02  5.801712E-02  5.798809E-02  5.798810E-02
     3.963363E-01  3.941893E-01  3.879349E-01  3.843659E-01  4.153642E-01  4.154773E-01  4.246043E-01  4.353692E-01  4.355615E-01

     4.290027E+00
```

```
      1.022002E+00

  20  5.801711E-02  5.801541E-02  5.800800E-02  5.804621E-02  5.804622E-02  5.801712E-02  5.798810E-02  5.798809E-02  5.798621E-02
      4.243168E-01  3.941893E-01  3.480550E-01  4.153642E-01  4.154773E-01  4.246043E-01  4.355615E-01  4.353692E-01  3.963363E-01

      5.798585E-02  5.801468E-02  5.804394E-02  5.804431E-02  5.803739E-02  5.803812E-02  5.800945E-02  5.797940E-02  5.798012E-02
      3.919335E-01  3.862553E-01  3.843659E-01  3.879349E-01  3.479911E-01  3.506999E-01  3.536876E-01  3.507398E-01  3.536566E-01

      5.779076E-02  6.778514E-01
      3.573024E-01  9.855998E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.289917E-01
      4.586436E-01

   2  1.123510E-01  1.236319E-01
      2.601390E-01  4.771848E-01

   3  1.082148E-01  1.073123E-01  1.189958E-01
      2.198141E-01  2.794324E-01  4.970337E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.424584E-01
      9.838777E-01

   1 -2.361411E-03 -2.843261E-02
     -2.010817E-02  1.786515E-02

   2  9.460374E-03  1.458044E-02  2.959035E-02
     -2.517286E-02  2.244922E-01  1.576566E-02

Sequence       Surge impedance       Attenuation   velocity    Wavelength   Resistance    Reactance   Susceptance
         magnitude(Ohm) angle(degr.)     db/km       km/sec        km         Ohm/km        Ohm/km      mho/km
   Zero :  5.07603E+02 -9.59574E+00  2.97158E-03  1.86295E+05  3.10492E+03  3.42458E-01  9.83878E-01  4.04320E-06
Positive:  1.72558E+02 -1.85803E+00  3.67154E-04  2.89320E+05  4.82201E+03  1.45804E-02  2.24492E-01  7.55519E-06
```

- **ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA - 30 GRAUS – I52A2**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:40:15   Name of disk plot file is  i52a2.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I52A2.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/09/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 0001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT'S 500 KV
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  ESTRUTURA A2 (FEIXE CENTRAL EXPANDIDO) BRAÇO-12,90 M
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM           CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02    4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.425   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02    4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.900   33.51    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02    4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.850   33.51    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02    4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.325   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02    4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.850   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02    4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.900   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02    4  |  20.5000.078530 4          2.678   1.050   34.80  13.790     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02    4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   36.09  15.080     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   36.09  15.080     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -1.050   34.80  13.790     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   33.51  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   33.51  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.425   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.900   33.51    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.850   33.51    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.325   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.900   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.850   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144 -12.000   43.30   24.18     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400  12.000   43.30   24.18     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	13.425	20.793	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	1.050	20.793	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-13.425	20.793	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	12.900	19.503	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.850	19.503	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.325	20.793	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.850	22.083	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	12.900	22.083	
9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.525	22.083	
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.525	22.083	

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-1.050	20.793
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.525	19.503
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.525	19.503
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.900	19.503
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.850	19.503
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.325	20.793
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.900	22.083
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.850	22.083
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-12.000	30.553
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	12.000	30.553

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```
   1  1.007580E-08

   2 -1.002426E-10  1.012605E-08

   3 -1.644537E-11 -5.318232E-11  1.007488E-08

   4 -2.082470E-09 -1.237895E-10 -1.666387E-11  1.014503E-08

   5 -1.122054E-09 -1.787533E-10 -1.962890E-11 -2.685375E-09  1.016798E-08

   6 -1.058719E-09 -2.072756E-10 -2.211465E-11 -1.111462E-09 -2.048450E-09  1.012150E-08

   7 -1.122477E-09 -1.807951E-10 -2.391752E-11 -6.648817E-10 -7.927800E-10 -2.047428E-09  1.017063E-08

   8 -2.083453E-09 -1.257711E-10 -2.076061E-11 -8.167526E-10 -6.644669E-10 -1.110707E-09 -2.683865E-09  1.014508E-08

   9 -9.395973E-11 -2.044531E-09 -6.973338E-11 -1.022823E-10 -1.435279E-10 -1.819385E-10 -1.784944E-10 -1.285598E-10  1.016935E-08

  10 -6.928373E-11 -1.100101E-09 -9.454630E-11 -7.326502E-11 -9.909151E-11 -1.244069E-10 -1.264573E-10 -9.458350E-11 -2.674803E-09
      1.016919E-08
```

11 -5.291698E-11 -1.039553E-09 -1.007117E-10 -6.263139E-11 -8.464125E-11 -9.505206E-11 -8.804326E-11 -6.588367E-11 -1.100162E-09
-2.044701E-09 1.012588E-08

12 -6.322873E-11 -1.093277E-09 -8.846932E-11 -8.504713E-11 -1.170068E-10 -1.188285E-10 -9.664718E-11 -7.043549E-11 -6.428546E-10
-7.807838E-10 -2.037901E-09 1.018435E-08

13 -8.815670E-11 -2.037807E-09 -6.345727E-11 -1.200336E-10 -1.701373E-10 -1.766749E-10 -1.407077E-10 -9.909054E-11 -7.806960E-10
-6.428475E-10 -1.093304E-09 -2.659609E-09 1.018440E-08

14 -1.664004E-11 -6.280288E-11 -2.083106E-09 -1.870439E-11 -2.280043E-11 -2.389254E-11 -2.354567E-11 -1.983989E-11 -7.356104E-11
-1.026766E-10 -1.241073E-10 -1.202441E-10 -8.519721E-11 1.014459E-08

15 -1.958486E-11 -8.478955E-11 -1.122645E-09 -2.278529E-11 -2.836442E-11 -2.947043E-11 -2.815697E-11 -2.313397E-11 -9.935283E-11
-1.438839E-10 -1.790426E-10 -1.703276E-10 -1.171389E-10 -2.685783E-09 1.016760E-08

16 -2.206852E-11 -9.527000E-11 -1.059554E-09 -2.388230E-11 -2.948082E-11 -3.267121E-11 -3.333810E-11 -2.756949E-11 -1.247867E-10
-1.824498E-10 -2.076892E-10 -1.769480E-10 -1.190208E-10 -1.112039E-09 -2.048985E-09 1.012074E-08

17 -2.077830E-11 -6.628745E-11 -2.084819E-09 -1.988758E-11 -2.321086E-11 -2.765422E-11 -3.135218E-11 -2.724807E-11 -9.526376E-11
-1.294411E-10 -1.264741E-10 -9.956003E-11 -7.078152E-11 -8.176985E-10 -6.653470E-10 -1.111951E-09 1.014305E-08

18 -2.390593E-11 -8.842075E-11 -1.123804E-09 -2.357208E-11 -2.821313E-11 -3.339421E-11 -3.687526E-11 -3.130938E-11 -1.270996E-10
-1.793363E-10 -1.814696E-10 -1.411566E-10 -9.697348E-11 -6.657997E-10 -7.936334E-10 -2.048635E-09 -2.685839E-09 1.016871E-08

19 -6.050289E-11 -1.356673E-10 -3.624617E-10 -5.128948E-11 -5.633162E-11 -7.328320E-11 -9.200392E-11 -8.302959E-11 -2.161749E-10
-2.612062E-10 -2.026823E-10 -1.384815E-10 -1.108304E-10 -2.524700E-10 -2.362261E-10 -3.329572E-10 -5.380804E-10 -5.245201E-10
6.464182E-09

20 -3.794346E-10 -2.123923E-10 -6.409397E-11 -2.643120E-10 -2.473241E-10 -3.485866E-10 -5.490912E-10 -5.632624E-10 -2.738089E-10

```
     -2.267819E-10 -1.424074E-10 -1.162783E-10 -1.451549E-10 -5.421584E-11 -5.945734E-11 -7.740469E-11 -8.804517E-11 -9.740735E-11

     -2.992221E-10  6.763914E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.663533E-08

   2 -4.127641E-09  1.741337E-08

   3 -8.928614E-10 -4.141654E-09  1.660029E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.077489E-08
      0.000000E+00

   1  4.199673E-10 -1.211435E-09
     -6.990847E-10 -2.102316E-09

   2  4.199673E-10  1.993704E-08 -1.211435E-09
      6.990847E-10 -4.744166E-25  2.102316E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382538E-01
      9.403333E-01

   2  5.823607E-02  1.382538E-01
      4.067724E-01  9.403333E-01

   3  5.822744E-02  5.823520E-02  1.382538E-01
      3.483717E-01  3.949543E-01  9.403333E-01

   4  5.826787E-02  5.826570E-02  5.825723E-02  1.383127E-01
```

```
    5.714413E-01  4.095656E-01  3.497389E-01  9.402709E-01

 5  5.826784E-02  5.826607E-02  5.825806E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
    5.428167E-01  4.164712E-01  3.528000E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

 6  5.823835E-02  5.823679E-02  5.822908E-02  5.826784E-02  5.826787E-02  1.382538E-01
    5.405091E-01  4.207937E-01  3.545118E-01  5.428167E-01  5.714413E-01  9.403333E-01

 7  5.820897E-02  5.820723E-02  5.819935E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.820900E-02  1.381950E-01
    5.428791E-01  4.165336E-01  3.528624E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.715037E-01  9.403957E-01

 8  5.820900E-02  5.820687E-02  5.819854E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.820897E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
    5.715037E-01  4.096280E-01  3.498013E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428791E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

 9  5.820647E-02  5.820900E-02  5.820605E-02  5.823607E-02  5.823645E-02  5.820723E-02  5.817771E-02  5.817733E-02  1.381950E-01
    4.032958E-01  5.715037E-01  3.974499E-01  4.051684E-01  4.115501E-01  4.165336E-01  4.135199E-01  4.068348E-01  9.403957E-01

10  5.820605E-02  5.820897E-02  5.820647E-02  5.823565E-02  5.823607E-02  5.820687E-02  5.817733E-02  5.817693E-02  5.817963E-02
    3.974499E-01  5.428791E-01  4.032958E-01  3.992648E-01  4.051684E-01  4.096280E-01  4.068348E-01  4.006944E-01  5.928336E-01

    1.381950E-01
    9.403957E-01

11  5.823520E-02  5.823835E-02  5.823607E-02  5.826487E-02  5.826530E-02  5.823607E-02  5.820647E-02  5.820605E-02  5.820897E-02
    3.949543E-01  5.405091E-01  4.067724E-01  3.973876E-01  4.032334E-01  4.067724E-01  4.032958E-01  3.974499E-01  5.428791E-01

    5.820900E-02  1.382538E-01
    5.715037E-01  9.403333E-01

12  5.826487E-02  5.826784E-02  5.826530E-02  5.829458E-02  5.829500E-02  5.826570E-02  5.823607E-02  5.823565E-02  5.823840E-02
    3.973876E-01  5.428167E-01  4.032334E-01  4.005697E-01  4.067100E-01  4.095656E-01  4.051684E-01  3.992648E-01  5.192103E-01

    5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
    5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

13  5.826530E-02  5.826787E-02  5.826487E-02  5.829500E-02  5.829539E-02  5.826607E-02  5.823645E-02  5.823607E-02  5.823841E-02
    4.032334E-01  5.714413E-01  3.973876E-01  4.067100E-01  4.133952E-01  4.164712E-01  4.115501E-01  4.051684E-01  5.249882E-01

    5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
```

```
     5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

14   5.825723E-02  5.826487E-02  5.826787E-02  5.828708E-02  5.828789E-02  5.825885E-02  5.822908E-02  5.822828E-02  5.823565E-02
     3.497389E-01  3.973876E-01  5.714413E-01  3.513169E-01  3.544494E-01  3.559904E-01  3.541044E-01  3.510042E-01  3.992648E-01

     5.823607E-02  5.826570E-02  5.829500E-02  5.829458E-02  1.383127E-01
     4.051684E-01  4.095656E-01  4.067100E-01  4.005697E-01  9.402709E-01

15   5.825806E-02  5.826530E-02  5.826784E-02  5.828789E-02  5.828867E-02  5.825961E-02  5.822985E-02  5.822908E-02  5.823607E-02
     3.528000E-01  4.032334E-01  5.428167E-01  3.544494E-01  3.577178E-01  3.593213E-01  3.573361E-01  3.541044E-01  4.051684E-01

     5.823645E-02  5.826607E-02  5.829539E-02  5.829500E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
     4.115501E-01  4.164712E-01  4.133952E-01  4.067100E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

16   5.822908E-02  5.823607E-02  5.823835E-02  5.825885E-02  5.825961E-02  5.823059E-02  5.820088E-02  5.820013E-02  5.820687E-02
     3.545118E-01  4.067724E-01  5.405091E-01  3.559904E-01  3.593213E-01  3.611967E-01  3.593837E-01  3.560527E-01  4.096280E-01

     5.820723E-02  5.823679E-02  5.826607E-02  5.826570E-02  5.826784E-02  5.826787E-02  1.382538E-01
     4.165336E-01  4.207937E-01  4.164712E-01  4.095656E-01  5.428167E-01  5.714413E-01  9.403333E-01

17   5.819854E-02  5.820605E-02  5.820900E-02  5.822828E-02  5.822908E-02  5.820013E-02  5.817046E-02  5.816967E-02  5.817693E-02
     3.498013E-01  3.974499E-01  5.715037E-01  3.510042E-01  3.541044E-01  3.560527E-01  3.545742E-01  3.514416E-01  4.006944E-01

     5.817733E-02  5.820687E-02  5.823607E-02  5.823565E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.820897E-02  1.381950E-01
     4.068348E-01  4.096280E-01  4.051684E-01  3.992648E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428791E-01  9.403957E-01

18   5.819935E-02  5.820647E-02  5.820897E-02  5.822908E-02  5.822985E-02  5.820088E-02  5.817122E-02  5.817046E-02  5.817733E-02
     3.528624E-01  4.032958E-01  5.428791E-01  3.541044E-01  3.573361E-01  3.593837E-01  3.578426E-01  3.545742E-01  4.068348E-01

     5.817771E-02  5.820723E-02  5.823645E-02  5.823607E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.820900E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     4.135199E-01  4.165336E-01  4.115501E-01  4.051684E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.715037E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

19   5.800785E-02  5.801468E-02  5.801711E-02  5.803725E-02  5.803799E-02  5.800932E-02  5.797999E-02  5.797926E-02  5.798585E-02
     3.475365E-01  3.862553E-01  4.241109E-01  3.474838E-01  3.501780E-01  3.531358E-01  3.530934E-01  3.501953E-01  3.919335E-01

     5.798621E-02  5.801541E-02  5.804431E-02  5.804394E-02  5.804621E-02  5.804622E-02  5.801713E-02  5.798809E-02  5.798810E-02
     3.963363E-01  3.941893E-01  3.879349E-01  3.843659E-01  4.152659E-01  4.155082E-01  4.247262E-01  4.352025E-01  4.356139E-01

     4.290027E+00
```

```
      1.022002E+00

  20  5.801711E-02  5.801541E-02  5.800785E-02  5.804621E-02  5.804622E-02  5.801713E-02  5.798810E-02  5.798809E-02  5.798621E-02
      4.241109E-01  3.941893E-01  3.475365E-01  4.152659E-01  4.155082E-01  4.247262E-01  4.356139E-01  4.352025E-01  3.963363E-01

      5.798585E-02  5.801468E-02  5.804394E-02  5.804431E-02  5.803725E-02  5.803799E-02  5.800932E-02  5.797926E-02  5.797999E-02
      3.919335E-01  3.862553E-01  3.843659E-01  3.879349E-01  3.474838E-01  3.501780E-01  3.531358E-01  3.501953E-01  3.530934E-01

      5.779076E-02  6.778514E-01
      3.573024E-01  9.855998E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.289287E-01
      4.587157E-01

   2  1.123132E-01  1.236261E-01
      2.589559E-01  4.772059E-01

   3  1.080953E-01  1.072398E-01  1.188755E-01
      2.187814E-01  2.783798E-01  4.973385E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.422423E-01
      9.818314E-01

   1 -2.238190E-03 -2.842354E-02
     -2.010023E-02  1.788579E-02

   2  9.333058E-03  1.459401E-02  2.958959E-02
     -2.527820E-02  2.257143E-01  1.575812E-02
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.05937E+02	-9.60865E+00	2.97959E-03	1.86049E+05	3.10081E+03	3.42242E-01	9.81831E-01	4.06204E-06
Positive:	1.73475E+02	-1.84971E+00	3.65552E-04	2.89287E+05	4.82145E+03	1.45940E-02	2.25714E-01	7.51609E-06

- **ESTRUTURA DE ANCORAGEM TERMINAL – I52AT**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 08-Nov-22  11:41:16   Name of disk plot file is  i52at.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:I52AT.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/09/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 0001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  LT'S 500 KV
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  ESTRUTURA AT (FEIXE CENTRAL EXPANDIDO) BRAÇO-13,20 M
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM           CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.725   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.200   33.51    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.150   33.51    12.5     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  11.625   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  12.150   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  10.5000.078530 4          2.678  13.200   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   1.050   34.80  13.790     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   36.09  15.080     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   36.09  15.080     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -1.050   34.80  13.790     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678  -0.525   33.51  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  20.5000.078530 4          2.678   0.525   33.51  12.500     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.725   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.200   33.51    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.150   33.51    12.5     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -11.625   34.80   13.79     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -13.200   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  30.5000.078530 4          2.678 -12.150   36.09   15.08     0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144 -12.500   43.30   24.18     0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400  12.500   43.30   24.18     0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 42.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 43.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 44.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 45.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 46.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	13.725	20.793	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	1.050	20.793	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-13.725	20.793	
4	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	13.200	19.503	
5	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	12.150	19.503	
6	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	11.625	20.793	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	12.150	22.083	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	13.200	22.083	
9	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.525	22.083	
10	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.525	22.083	

11	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-1.050	20.793
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.525	19.503
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.525	19.503
14	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-13.200	19.503
15	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.150	19.503
16	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-11.625	20.793
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-13.200	22.083
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-12.150	22.083
19	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-12.500	30.553
20	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	12.500	30.553

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.007549E-08

2 -9.823075E-11 1.012217E-08

3 -1.605741E-11 -5.253548E-11 1.007454E-08

4 -2.083079E-09 -1.209995E-10 -1.621492E-11 1.014413E-08

5 -1.123144E-09 -1.739959E-10 -1.911305E-11 -2.686812E-09 1.016580E-08

6 -1.060041E-09 -2.013379E-10 -2.163403E-11 -1.113168E-09 -2.051024E-09 1.011842E-08

7 -1.123483E-09 -1.763884E-10 -2.344275E-11 -6.662791E-10 -7.949958E-10 -2.050141E-09 1.016827E-08

8 -2.083866E-09 -1.232540E-10 -2.032558E-11 -8.175372E-10 -6.658750E-10 -1.112448E-09 -2.685240E-09 1.014450E-08

9 -9.241194E-11 -2.048491E-09 -6.887769E-11 -1.007150E-10 -1.408710E-10 -1.776827E-10 -1.743922E-10 -1.260751E-10 1.016506E-08

10 -6.842880E-11 -1.103598E-09 -9.299460E-11 -7.244938E-11 -9.779693E-11 -1.223194E-10 -1.242879E-10 -9.319416E-11 -2.678843E-09

1.016491E-08

11 -5.226774E-11 -1.042548E-09 -9.869948E-11 -6.168665E-11 -8.321753E-11 -9.352713E-11 -8.689721E-11 -6.515696E-11 -1.103656E-09
-2.048653E-09 1.012201E-08

12 -6.213023E-11 -1.096231E-09 -8.664763E-11 -8.310535E-11 -1.141295E-10 -1.163411E-10 -9.527871E-11 -6.956355E-11 -6.461051E-10
-7.842638E-10 -2.041298E-09 1.018125E-08

13 -8.633224E-11 -2.041207E-09 -6.236191E-11 -1.169248E-10 -1.652418E-10 -1.719802E-10 -1.379756E-10 -9.745946E-11 -7.841793E-10
-6.460982E-10 -1.096257E-09 -2.662486E-09 1.018130E-08

14 -1.619101E-11 -6.186030E-11 -2.083732E-09 -1.807323E-11 -2.203319E-11 -2.326492E-11 -2.305775E-11 -1.941584E-11 -7.274567E-11
-1.011073E-10 -1.213176E-10 -1.171375E-10 -8.325790E-11 1.014367E-08

15 -1.906858E-11 -8.336752E-11 -1.123750E-09 -2.201774E-11 -2.740110E-11 -2.868253E-11 -2.758118E-11 -2.266246E-11 -9.805797E-11
-1.412244E-10 -1.742846E-10 -1.654335E-10 -1.142636E-10 -2.687231E-09 1.016542E-08

16 -2.158701E-11 -9.374570E-11 -1.060893E-09 -2.325395E-11 -2.869250E-11 -3.193340E-11 -3.269172E-11 -2.704528E-11 -1.226960E-10
-1.781868E-10 -2.017481E-10 -1.722536E-10 -1.165348E-10 -1.113758E-09 -2.051569E-09 1.011765E-08

17 -2.034259E-11 -6.556217E-11 -2.085265E-09 -1.946307E-11 -2.273929E-11 -2.713032E-11 -3.073734E-11 -2.668873E-11 -9.386985E-11
-1.269467E-10 -1.239534E-10 -9.793100E-11 -6.991256E-11 -8.185066E-10 -6.667746E-10 -1.113712E-09 1.014243E-08

18 -2.342974E-11 -8.727429E-11 -1.124835E-09 -2.308300E-11 -2.763652E-11 -3.274732E-11 -3.615605E-11 -3.069370E-11 -1.249230E-10
-1.752207E-10 -1.770562E-10 -1.384243E-10 -9.560625E-11 -6.672155E-10 -7.958640E-10 -2.051362E-09 -2.687243E-09 1.016633E-08

19 -5.869452E-11 -1.332991E-10 -3.670384E-10 -4.997458E-11 -5.502156E-11 -7.132503E-11 -8.914037E-11 -8.036099E-11 -2.108470E-10
-2.545597E-10 -1.989781E-10 -1.370870E-10 -1.097343E-10 -2.558301E-10 -2.386673E-10 -3.345866E-10 -5.428486E-10 -5.266044E-10
6.457880E-09

20 -3.841968E-10 -2.084880E-10 -6.217168E-11 -2.678083E-10 -2.498592E-10 -3.502644E-10 -5.512323E-10 -5.682126E-10 -2.668087E-10

```
     -2.211565E-10 -1.398949E-10 -1.151093E-10 -1.436756E-10 -5.281895E-11 -5.806502E-11 -7.532196E-11 -8.520438E-11 -9.435800E-11

     -2.852324E-10  6.757073E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.658234E-08

   2 -4.044047E-09  1.728887E-08

   3 -8.722888E-10 -4.058020E-09  1.654662E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  1.082304E-08
      0.000000E+00

   1  4.214811E-10 -1.178371E-09
     -7.013368E-10 -2.045486E-09

   2  4.214811E-10  1.979739E-08 -1.178371E-09
      7.013368E-10  4.785158E-26  2.045486E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382538E-01
      9.403333E-01

   2  5.823595E-02  1.382538E-01
      4.049664E-01  9.403333E-01

   3  5.822695E-02  5.823507E-02  1.382538E-01
      3.467055E-01  3.934077E-01  9.403333E-01

   4  5.826787E-02  5.826559E-02  5.825675E-02  1.383127E-01
```

```
    5.714413E-01  4.077021E-01  3.480438E-01  9.402709E-01

 5  5.826784E-02  5.826597E-02  5.825759E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
    5.428167E-01  4.144337E-01  3.510357E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

 6  5.823835E-02  5.823670E-02  5.822862E-02  5.826784E-02  5.826787E-02  1.382538E-01
    5.405091E-01  4.186238E-01  3.527059E-01  5.428167E-01  5.714413E-01  9.403333E-01

 7  5.820897E-02  5.820713E-02  5.819889E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.820900E-02  1.381950E-01
    5.428791E-01  4.144961E-01  3.510980E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.715037E-01  9.403957E-01

 8  5.820900E-02  5.820676E-02  5.819806E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.820897E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
    5.715037E-01  4.077645E-01  3.481062E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428791E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

 9  5.820636E-02  5.820900E-02  5.820592E-02  5.823595E-02  5.823634E-02  5.820713E-02  5.817761E-02  5.817722E-02  1.381950E-01
    4.015792E-01  5.715037E-01  3.958590E-01  4.034359E-01  4.096737E-01  4.144961E-01  4.115487E-01  4.050288E-01  9.403957E-01

10  5.820592E-02  5.820897E-02  5.820636E-02  5.823553E-02  5.823595E-02  5.820676E-02  5.817722E-02  5.817680E-02  5.817963E-02
    3.958590E-01  5.428791E-01  4.015792E-01  3.976566E-01  4.034359E-01  4.077645E-01  4.050288E-01  3.990281E-01  5.928336E-01

    1.381950E-01
    9.403957E-01

11  5.823507E-02  5.823835E-02  5.823595E-02  5.826474E-02  5.826518E-02  5.823595E-02  5.820636E-02  5.820592E-02  5.820897E-02
    3.934077E-01  5.405091E-01  4.049664E-01  3.957966E-01  4.015169E-01  4.049664E-01  4.015792E-01  3.958590E-01  5.428791E-01

    5.820900E-02  1.382538E-01
    5.715037E-01  9.403333E-01

12  5.826474E-02  5.826784E-02  5.826518E-02  5.829445E-02  5.829488E-02  5.826559E-02  5.823595E-02  5.823553E-02  5.823840E-02
    3.957966E-01  5.428167E-01  4.015169E-01  3.989034E-01  4.049040E-01  4.077021E-01  4.034359E-01  3.976566E-01  5.192103E-01

    5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
    5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

13  5.826518E-02  5.826787E-02  5.826474E-02  5.829488E-02  5.829528E-02  5.826597E-02  5.823634E-02  5.823595E-02  5.823841E-02
    4.015169E-01  5.714413E-01  3.957966E-01  4.049040E-01  4.114239E-01  4.144337E-01  4.096737E-01  4.034359E-01  5.249882E-01

    5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
```

```
     5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

14   5.825675E-02  5.826474E-02  5.826787E-02  5.828660E-02  5.828743E-02  5.825840E-02  5.822862E-02  5.822780E-02  5.823553E-02
     3.480438E-01  3.957966E-01  5.714413E-01  3.495836E-01  3.526435E-01  3.541509E-01  3.523174E-01  3.492877E-01  3.976566E-01

     5.823595E-02  5.826559E-02  5.829488E-02  5.829445E-02  1.383127E-01
     4.034359E-01  4.077021E-01  4.049040E-01  3.989034E-01  9.402709E-01

15   5.825759E-02  5.826518E-02  5.826784E-02  5.828743E-02  5.828823E-02  5.825918E-02  5.822941E-02  5.822862E-02  5.823595E-02
     3.510357E-01  4.015169E-01  5.428167E-01  3.526435E-01  3.558329E-01  3.574000E-01  3.554727E-01  3.523174E-01  4.034359E-01

     5.823634E-02  5.826597E-02  5.829528E-02  5.829488E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
     4.096737E-01  4.144337E-01  4.114239E-01  4.049040E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

16   5.822862E-02  5.823595E-02  5.823835E-02  5.825840E-02  5.825918E-02  5.823017E-02  5.820046E-02  5.819969E-02  5.820676E-02
     3.527059E-01  4.049664E-01  5.405091E-01  3.541509E-01  3.574000E-01  3.592255E-01  3.574624E-01  3.542132E-01  4.077645E-01

     5.820713E-02  5.823670E-02  5.826597E-02  5.826559E-02  5.826784E-02  5.826787E-02  1.382538E-01
     4.144961E-01  4.186238E-01  4.144337E-01  4.077021E-01  5.428167E-01  5.714413E-01  9.403333E-01

17   5.819806E-02  5.820592E-02  5.820900E-02  5.822780E-02  5.822862E-02  5.819969E-02  5.817001E-02  5.816921E-02  5.817680E-02
     3.481062E-01  3.958590E-01  5.715037E-01  3.492877E-01  3.523174E-01  3.542132E-01  3.527683E-01  3.497084E-01  3.990281E-01

     5.817722E-02  5.820676E-02  5.823595E-02  5.823553E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.820897E-02  1.381950E-01
     4.050288E-01  4.077645E-01  4.034359E-01  3.976566E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428791E-01  9.403957E-01

18   5.819889E-02  5.820636E-02  5.820897E-02  5.822862E-02  5.822941E-02  5.820046E-02  5.817079E-02  5.817001E-02  5.817722E-02
     3.510980E-01  4.015792E-01  5.428791E-01  3.523174E-01  3.554727E-01  3.574624E-01  3.559576E-01  3.527683E-01  4.050288E-01

     5.817761E-02  5.820713E-02  5.823634E-02  5.823595E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.820900E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     4.115487E-01  4.144961E-01  4.096737E-01  4.034359E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.715037E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

19   5.800726E-02  5.801449E-02  5.801711E-02  5.803667E-02  5.803743E-02  5.800877E-02  5.797943E-02  5.797869E-02  5.798567E-02
     3.454929E-01  3.844130E-01  4.243168E-01  3.454817E-01  3.481183E-01  3.509615E-01  3.508765E-01  3.480515E-01  3.898837E-01

     5.798605E-02  5.801524E-02  5.804414E-02  5.804376E-02  5.804621E-02  5.804622E-02  5.801712E-02  5.798809E-02  5.798810E-02
     3.942237E-01  3.922763E-01  3.862322E-01  3.826780E-01  4.153642E-01  4.154773E-01  4.246043E-01  4.353692E-01  4.355615E-01

     4.290027E+00
```

```
      1.022002E+00

  20  5.801711E-02  5.801524E-02  5.800726E-02  5.804621E-02  5.804622E-02  5.801712E-02  5.798810E-02  5.798809E-02  5.798605E-02
      4.243168E-01  3.922763E-01  3.454929E-01  4.153642E-01  4.154773E-01  4.246043E-01  4.355615E-01  4.353692E-01  3.942237E-01

      5.798567E-02  5.801449E-02  5.804376E-02  5.804414E-02  5.803667E-02  5.803743E-02  5.800877E-02  5.797869E-02  5.797943E-02
      3.898837E-01  3.844130E-01  3.826780E-01  3.862322E-01  3.454817E-01  3.481183E-01  3.509615E-01  3.480515E-01  3.508765E-01

      5.779009E-02  6.778514E-01
      3.542247E-01  9.855998E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.288647E-01
      4.588133E-01

   2  1.119645E-01  1.230688E-01
      2.578615E-01  4.784417E-01

   3  1.077842E-01  1.067890E-01  1.185754E-01
      2.176776E-01  2.777630E-01  4.984661E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.411948E-01
      9.807752E-01

   1 -2.110268E-03 -2.835676E-02
     -2.070746E-02  1.789851E-02

   2  9.528890E-03  1.465708E-02  2.960475E-02
     -2.571524E-02  2.274730E-01  1.566571E-02
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.04485E+02	-9.59095E+00	2.97887E-03	1.85744E+05	3.09574E+03	3.41195E-01	9.80775E-01	4.08019E-06
Positive:	1.74761E+02	-1.84336E+00	3.64428E-04	2.89182E+05	4.81970E+03	1.46571E-02	2.27473E-01	7.46344E-06

ANEXO 2 – TEMPCOND

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JAÍBA - JANAÚBA 3 C1 C2          CAPACIDADE SAZONAL     VD 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS
===== ======

DIAMETRO	: 2.9250	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	: .0661	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	: 40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	: 1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	: 100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	: .7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	: 3.6000	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	: 33.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	: 530.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:10000.0000	(W/km.cm)

RESULTADOS
==========

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	.0000
41.0000	.0000
42.0000	.0000
43.0000	.0000
44.0000	.0000
45.0000	.0000
46.0000	25.9869
47.0000	188.8031
48.0000	265.4029
49.0000	324.1204
50.0000	373.4899
51.0000	416.8488
52.0000	455.9174
53.0000	491.7217
54.0000	524.9322
55.0000	556.0155
56.0000	585.3124
57.0000	613.0807
58.0000	639.5211
59.0000	664.7935
60.0000	689.0278
61.0000	712.3314
62.0000	734.7940
63.0000	756.4919
64.0000	777.4901
65.0000	797.8453

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JAÍBA - JANAÚBA 3 C1 C2          CAPACIDADE SAZONAL     VD 29-08-22*
**********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	817.6062
67.0000	836.8162
68.0000	855.5133
69.0000	873.7316
70.0000	891.5013
71.0000	908.8494
72.0000	925.8009
73.0000	942.3779
74.0000	958.6005
75.0000	974.4874
76.0000	990.0555
77.0000	1005.3200
78.0000	1020.2970
79.0000	1034.9970
80.0000	1049.4340
81.0000	1063.6200
82.0000	1077.5640
83.0000	1091.2760
84.0000	1104.7670
85.0000	1118.0440
86.0000	1131.1160
87.0000	1143.9900
88.0000	1156.6740
89.0000	1169.1740
90.0000	1181.4970
91.0000	1193.6490
92.0000	1205.6350
93.0000	1217.4600
94.0000	1229.1310
95.0000	1240.6520
96.0000	1252.0270
97.0000	1263.2610
98.0000	1274.3590
99.0000	1285.3230
100.0000	1296.1590

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JAÍBA - JANAÚBA 3 C1 C2          CAPACIDADE SAZONAL     VN 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.9250	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0661	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	2.1600	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	22.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	530.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	.1000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	715.1428
41.0000	733.8469
42.0000	752.0026
43.0000	769.6497
44.0000	786.8234
45.0000	803.5552
46.0000	819.8733
47.0000	835.8027
48.0000	851.3664
49.0000	866.5847
50.0000	881.4766
51.0000	896.0593
52.0000	910.3483
53.0000	924.3580
54.0000	938.1020
55.0000	951.5923
56.0000	964.8405
57.0000	977.8570
58.0000	990.6517
59.0000	1003.2340
60.0000	1015.6120
61.0000	1027.7940
62.0000	1039.7880
63.0000	1051.6000
64.0000	1063.2370
65.0000	1074.7060

```
********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JAÍBA - JANAÚBA 3 C1 C2          CAPACIDADE SAZONAL     VN 29-08-22*
********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	1086.0130
67.0000	1097.1620
68.0000	1108.1600
69.0000	1119.0110
70.0000	1129.7210
71.0000	1140.2930
72.0000	1150.7320
73.0000	1161.0420
74.0000	1171.2270
75.0000	1181.2910
76.0000	1191.2360
77.0000	1201.0680
78.0000	1210.7880
79.0000	1220.4010
80.0000	1229.9080
81.0000	1239.3130
82.0000	1248.6180
83.0000	1257.8260
84.0000	1266.9410
85.0000	1275.9630
86.0000	1284.8950
87.0000	1293.7400
88.0000	1302.5000
89.0000	1311.1770
90.0000	1319.7720
91.0000	1328.2890
92.0000	1336.7280
93.0000	1345.0910
94.0000	1353.3810
95.0000	1361.5980
96.0000	1369.7450
97.0000	1377.8230
98.0000	1385.8330
99.0000	1393.7780
100.0000	1401.6580

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JAÍBA - JANAÚBA 3 C1 C2          CAPACIDADE SAZONAL     ID 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.9250	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0661	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	3.6000	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	32.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	530.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	10000.0000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	.0000
41.0000	.0000
42.0000	.0000
43.0000	.0000
44.0000	.0000
45.0000	.0000
46.0000	186.4555
47.0000	263.8443
48.0000	322.9302
49.0000	372.5291
50.0000	416.0509
51.0000	455.2441
52.0000	491.1484
53.0000	524.4413
54.0000	555.5948
55.0000	584.9525
56.0000	612.7739
57.0000	639.2614
58.0000	664.5760
59.0000	688.8484
60.0000	712.1865
61.0000	734.6807
62.0000	756.4074
63.0000	777.4322
64.0000	797.8117
65.0000	817.5955

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JAÍBA - JANAÚBA 3 C1 C2          CAPACIDADE SAZONAL     ID 29-08-22*
**********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	836.8265
67.0000	855.5432
68.0000	873.7797
69.0000	891.5662
70.0000	908.9304
71.0000	925.8967
72.0000	942.4873
73.0000	958.7230
74.0000	974.6220
75.0000	990.2016
76.0000	1005.4770
77.0000	1020.4630
78.0000	1035.1730
79.0000	1049.6190
80.0000	1063.8120
81.0000	1077.7640
82.0000	1091.4840
83.0000	1104.9810
84.0000	1118.2650
85.0000	1131.3420
86.0000	1144.2220
87.0000	1156.9110
88.0000	1169.4150
89.0000	1181.7430
90.0000	1193.8980
91.0000	1205.8880
92.0000	1217.7170
93.0000	1229.3910
94.0000	1240.9140
95.0000	1252.2920
96.0000	1263.5280
97.0000	1274.6270
98.0000	1285.5930
99.0000	1296.4300
100.0000	1307.1410

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JAÍBA - JANAÚBA 3 C1 C2          CAPACIDADE SAZONAL     IN 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.9250	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0661	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	2.1600	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	20.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	530.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	.1000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	752.8933
41.0000	770.5494
42.0000	787.7311
43.0000	804.4702
44.0000	820.7944
45.0000	836.7291
46.0000	852.2972
47.0000	867.5193
48.0000	882.4144
49.0000	896.9993
50.0000	911.2900
51.0000	925.3009
52.0000	939.0453
53.0000	952.5356
54.0000	965.7831
55.0000	978.7986
56.0000	991.5917
57.0000	1004.1720
58.0000	1016.5470
59.0000	1028.7260
60.0000	1040.7160
61.0000	1052.5250
62.0000	1064.1580
63.0000	1075.6230
64.0000	1086.9240
65.0000	1098.0680

```
********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JAÍBA - JANAÚBA 3 C1 C2          CAPACIDADE SAZONAL     IN 29-08-22*
********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	1109.0610
67.0000	1119.9060
68.0000	1130.6090
69.0000	1141.1750
70.0000	1151.6070
71.0000	1161.9100
72.0000	1172.0880
73.0000	1182.1440
74.0000	1192.0810
75.0000	1201.9050
76.0000	1211.6170
77.0000	1221.2200
78.0000	1230.7190
79.0000	1240.1140
80.0000	1249.4110
81.0000	1258.6090
82.0000	1267.7140
83.0000	1276.7260
84.0000	1285.6490
85.0000	1294.4840
86.0000	1303.2330
87.0000	1311.8990
88.0000	1320.4840
89.0000	1328.9890
90.0000	1337.4170
91.0000	1345.7690
92.0000	1354.0470
93.0000	1362.2530
94.0000	1370.3890
95.0000	1378.4550
96.0000	1386.4530
97.0000	1394.3860
98.0000	1402.2530
99.0000	1410.0580
100.0000	1417.8010

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - JANAÚBA 3 C1 C2      CAPACIDADE SAZONAL     VD 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS
===== ======

DIAMETRO	:	2.9250	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0661	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	3.6000	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	33.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	600.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	10000.0000	(W/km.cm)

RESULTADOS
==========

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	.0000
41.0000	.0000
42.0000	.0000
43.0000	.0000
44.0000	.0000
45.0000	.0000
46.0000	.0000
47.0000	184.8642
48.0000	262.4264
49.0000	321.5343
50.0000	371.1160
51.0000	414.6060
52.0000	453.7614
53.0000	489.6256
54.0000	522.8784
55.0000	553.9918
56.0000	583.3099
57.0000	611.0932
58.0000	637.5435
59.0000	662.8222
60.0000	687.0598
61.0000	710.3643
62.0000	732.8260
63.0000	754.5215
64.0000	775.5161
65.0000	795.8665

```
 ********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - JANAÚBA 3 C1 C2      CAPACIDADE SAZONAL     VD 29-08-22*
********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	815.6219
67.0000	834.8257
68.0000	853.5162
69.0000	871.7272
70.0000	889.4893
71.0000	906.8295
72.0000	923.7727
73.0000	940.3414
74.0000	956.5555
75.0000	972.4337
76.0000	987.9931
77.0000	1003.2490
78.0000	1018.2160
79.0000	1032.9080
80.0000	1047.3360
81.0000	1061.5120
82.0000	1075.4480
83.0000	1089.1510
84.0000	1102.6330
85.0000	1115.9020
86.0000	1128.9650
87.0000	1141.8300
88.0000	1154.5050
89.0000	1166.9970
90.0000	1179.3110
91.0000	1191.4540
92.0000	1203.4320
93.0000	1215.2500
94.0000	1226.9120
95.0000	1238.4250
96.0000	1249.7920
97.0000	1261.0180
98.0000	1272.1070
99.0000	1283.0640
100.0000	1293.8920

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - JANAÚBA 3 C1 C2      CAPACIDADE SAZONAL     VN 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.9250	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0661	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	2.1600	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	22.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	600.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	.1000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	714.1006
41.0000	732.7789
42.0000	750.9095
43.0000	768.5324
44.0000	785.6828
45.0000	802.3918
46.0000	818.6879
47.0000	834.5959
48.0000	850.1387
49.0000	865.3367
50.0000	880.2090
51.0000	894.7723
52.0000	909.0425
53.0000	923.0341
54.0000	936.7601
55.0000	950.2330
56.0000	963.4641
57.0000	976.4640
58.0000	989.2424
59.0000	1001.8090
60.0000	1014.1710
61.0000	1026.3380
62.0000	1038.3170
63.0000	1050.1140
64.0000	1061.7370
65.0000	1073.1920

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - JANAÚBA 3 C1 C2      CAPACIDADE SAZONAL     VN 29-08-22*
**********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	1084.4850
67.0000	1095.6210
68.0000	1106.6060
69.0000	1117.4440
70.0000	1128.1410
71.0000	1138.7000
72.0000	1149.1270
73.0000	1159.4250
74.0000	1169.5980
75.0000	1179.6500
76.0000	1189.5850
77.0000	1199.4050
78.0000	1209.1140
79.0000	1218.7160
80.0000	1228.2120
81.0000	1237.6070
82.0000	1246.9020
83.0000	1256.1000
84.0000	1265.2040
85.0000	1274.2170
86.0000	1283.1400
87.0000	1291.9750
88.0000	1300.7260
89.0000	1309.3940
90.0000	1317.9800
91.0000	1326.4880
92.0000	1334.9180
93.0000	1343.2730
94.0000	1351.5540
95.0000	1359.7630
96.0000	1367.9020
97.0000	1375.9720
98.0000	1383.9740
99.0000	1391.9110
100.0000	1399.7840

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - JANAÚBA 3 C1 C2      CAPACIDADE SAZONAL     ID 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.9250	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0661	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	3.6000	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	32.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	600.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	10000.0000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	.0000
41.0000	.0000
42.0000	.0000
43.0000	.0000
44.0000	.0000
45.0000	.0000
46.0000	182.4510
47.0000	260.8386
48.0000	320.3247
49.0000	370.1402
50.0000	413.7955
51.0000	453.0770
52.0000	489.0421
53.0000	522.3780
54.0000	553.5621
55.0000	582.9413
56.0000	610.7781
57.0000	637.2759
58.0000	662.5969
59.0000	686.8727
60.0000	710.2120
61.0000	732.7053
62.0000	754.4297
63.0000	775.4509
64.0000	795.8257
65.0000	815.6041

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - JANAÚBA 3 C1 C2      CAPACIDADE SAZONAL     ID 29-08-22*
**********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	834.8289
67.0000	853.5388
68.0000	871.7681
69.0000	889.5472
70.0000	906.9034
71.0000	923.8616
72.0000	940.4438
73.0000	956.6710
74.0000	972.5613
75.0000	988.1321
76.0000	1003.3990
77.0000	1018.3760
78.0000	1033.0770
79.0000	1047.5140
80.0000	1061.6980
81.0000	1075.6410
82.0000	1089.3520
83.0000	1102.8400
84.0000	1116.1150
85.0000	1129.1840
86.0000	1142.0550
87.0000	1154.7350
88.0000	1167.2310
89.0000	1179.5500
90.0000	1191.6970
91.0000	1203.6780
92.0000	1215.4980
93.0000	1227.1640
94.0000	1238.6790
95.0000	1250.0490
96.0000	1261.2770
97.0000	1272.3690
98.0000	1283.3270
99.0000	1294.1560
100.0000	1304.8590

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - JANAÚBA 3 C1 C2      CAPACIDADE SAZONAL     IN 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.9250	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0661	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	2.1600	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	20.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	600.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	.1000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	751.7933
41.0000	769.4252
42.0000	786.5834
43.0000	803.2994
44.0000	819.6015
45.0000	835.5147
46.0000	851.0619
47.0000	866.2635
48.0000	881.1387
49.0000	895.7043
50.0000	909.9762
51.0000	923.9686
52.0000	937.6951
53.0000	951.1678
54.0000	964.3982
55.0000	977.3969
56.0000	990.1735
57.0000	1002.7380
58.0000	1015.0970
59.0000	1027.2610
60.0000	1039.2360
61.0000	1051.0300
62.0000	1062.6490
63.0000	1074.0990
64.0000	1085.3870
65.0000	1096.5180

```
********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - JANAÚBA 3 C1 C2      CAPACIDADE SAZONAL     IN 29-08-22*
********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	1107.4970
67.0000	1118.3290
68.0000	1129.0190
69.0000	1139.5720
70.0000	1149.9920
71.0000	1160.2830
72.0000	1170.4480
73.0000	1180.4930
74.0000	1190.4190
75.0000	1200.2310
76.0000	1209.9320
77.0000	1219.5250
78.0000	1229.0130
79.0000	1238.3980
80.0000	1247.6840
81.0000	1256.8720
82.0000	1265.9670
83.0000	1274.9690
84.0000	1283.8820
85.0000	1292.7080
86.0000	1301.4480
87.0000	1310.1050
88.0000	1318.6800
89.0000	1327.1770
90.0000	1335.5960
91.0000	1343.9400
92.0000	1352.2090
93.0000	1360.4070
94.0000	1368.5340
95.0000	1376.5920
96.0000	1384.5830
97.0000	1392.5070
98.0000	1400.3680
99.0000	1408.1650
100.0000	1415.9000

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - CAPELINHA 3 C1 C2    CAPACIDADE SAZONAL     VD 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS
===== ======

DIAMETRO	: 2.6780	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	: .0785	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	: 40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	: 1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	: 100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	: .7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	: 3.6000	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	: 30.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	: 870.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:10000.0000	(W/km.cm)

RESULTADOS
==========

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	.0000
41.0000	.0000
42.0000	.0000
43.0000	70.0765
44.0000	180.2361
45.0000	244.7750
46.0000	295.2996
47.0000	338.1536
48.0000	375.9716
49.0000	410.1511
50.0000	441.5399
51.0000	470.6983
52.0000	498.0199
53.0000	523.7938
54.0000	548.2398
55.0000	571.5297
56.0000	593.8010
57.0000	615.1653
58.0000	635.7156
59.0000	655.5295
60.0000	674.6729
61.0000	693.2024
62.0000	711.1672
63.0000	728.6098
64.0000	745.5679
65.0000	762.0751

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - CAPELINHA 3 C1 C2    CAPACIDADE SAZONAL     VD 29-08-22*
**********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	778.1604
67.0000	793.8506
68.0000	809.1695
69.0000	824.1385
70.0000	838.7774
71.0000	853.1037
72.0000	867.1337
73.0000	880.8823
74.0000	894.3630
75.0000	907.5886
76.0000	920.5709
77.0000	933.3204
78.0000	945.8472
79.0000	958.1608
80.0000	970.2697
81.0000	982.1823
82.0000	993.9059
83.0000	1005.4480
84.0000	1016.8150
85.0000	1028.0140
86.0000	1039.0500
87.0000	1049.9290
88.0000	1060.6560
89.0000	1071.2370
90.0000	1081.6760
91.0000	1091.9770
92.0000	1102.1460
93.0000	1112.1850
94.0000	1122.1000
95.0000	1131.8930
96.0000	1141.5690
97.0000	1151.1300
98.0000	1160.5800
99.0000	1169.9220
100.0000	1179.1590

```
********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - CAPELINHA 3 C1 C2    CAPACIDADE SAZONAL     VN 29-08-22*
********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.6780	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0785	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	2.1600	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	22.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	870.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	.1000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	633.6005
41.0000	650.1650
42.0000	666.2433
43.0000	681.8706
44.0000	697.0782
45.0000	711.8941
46.0000	726.3430
47.0000	740.4473
48.0000	754.2272
49.0000	767.7009
50.0000	780.8851
51.0000	793.7950
52.0000	806.4445
53.0000	818.8463
54.0000	831.0124
55.0000	842.9535
56.0000	854.6798
57.0000	866.2006
58.0000	877.5248
59.0000	888.6603
60.0000	899.6148
61.0000	910.3954
62.0000	921.0089
63.0000	931.4613
64.0000	941.7588
65.0000	951.9069

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - CAPELINHA 3 C1 C2    CAPACIDADE SAZONAL     VN 29-08-22*
**********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	961.9106
67.0000	971.7752
68.0000	981.5052
69.0000	991.1050
70.0000	1000.5790
71.0000	1009.9310
72.0000	1019.1650
73.0000	1028.2850
74.0000	1037.2930
75.0000	1046.1940
76.0000	1054.9910
77.0000	1063.6860
78.0000	1072.2820
79.0000	1080.7820
80.0000	1089.1890
81.0000	1097.5050
82.0000	1105.7330
83.0000	1113.8750
84.0000	1121.9330
85.0000	1129.9090
86.0000	1137.8060
87.0000	1145.6250
88.0000	1153.3690
89.0000	1161.0390
90.0000	1168.6360
91.0000	1176.1630
92.0000	1183.6220
93.0000	1191.0130
94.0000	1198.3390
95.0000	1205.6010
96.0000	1212.8000
97.0000	1219.9380
98.0000	1227.0160
99.0000	1234.0350
100.0000	1240.9970

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - CAPELINHA 3 C1 C2    CAPACIDADE SAZONAL     ID 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.6780	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0785	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	3.2400	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	29.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	870.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	10000.0000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	.0000
41.0000	.0000
42.0000	.0000
43.0000	126.5800
44.0000	205.9917
45.0000	262.1199
46.0000	307.9721
47.0000	347.6412
48.0000	383.0550
49.0000	415.3056
50.0000	445.0829
51.0000	472.8560
52.0000	498.9614
53.0000	523.6501
54.0000	547.1152
55.0000	569.5094
56.0000	590.9557
57.0000	611.5551
58.0000	631.3914
59.0000	650.5358
60.0000	669.0486
61.0000	686.9821
62.0000	704.3812
63.0000	721.2858
64.0000	737.7306
65.0000	753.7468

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - CAPELINHA 3 C1 C2    CAPACIDADE SAZONAL     ID 29-08-22*
**********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	769.3619
67.0000	784.6006
68.0000	799.4854
69.0000	814.0363
70.0000	828.2716
71.0000	842.2084
72.0000	855.8616
73.0000	869.2455
74.0000	882.3729
75.0000	895.2558
76.0000	907.9053
77.0000	920.3315
78.0000	932.5441
79.0000	944.5518
80.0000	956.3630
81.0000	967.9855
82.0000	979.4265
83.0000	990.6927
84.0000	1001.7910
85.0000	1012.7270
86.0000	1023.5060
87.0000	1034.1340
88.0000	1044.6160
89.0000	1054.9570
90.0000	1065.1620
91.0000	1075.2340
92.0000	1085.1780
93.0000	1094.9970
94.0000	1104.6960
95.0000	1114.2780
96.0000	1123.7470
97.0000	1133.1050
98.0000	1142.3560
99.0000	1151.5030
100.0000	1160.5490

```
********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - CAPELINHA 3 C1 C2    CAPACIDADE SAZONAL     IN 29-08-22*
********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.6780	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0785	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	2.1600	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	19.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	870.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	.1000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	683.1177
41.0000	698.3372
42.0000	713.1635
43.0000	727.6217
44.0000	741.7341
45.0000	755.5211
46.0000	769.0007
47.0000	782.1900
48.0000	795.1040
49.0000	807.7567
50.0000	820.1609
51.0000	832.3286
52.0000	844.2706
53.0000	855.9969
54.0000	867.5172
55.0000	878.8400
56.0000	889.9735
57.0000	900.9255
58.0000	911.7029
59.0000	922.3126
60.0000	932.7608
61.0000	943.0535
62.0000	953.1962
63.0000	963.1942
64.0000	973.0525
65.0000	982.7759

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JANAÚBA 6 - CAPELINHA 3 C1 C2    CAPACIDADE SAZONAL     IN 29-08-22*
**********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	992.3685
67.0000	1001.8350
68.0000	1011.1790
69.0000	1020.4050
70.0000	1029.5160
71.0000	1038.5150
72.0000	1047.4060
73.0000	1056.1930
74.0000	1064.8780
75.0000	1073.4630
76.0000	1081.9530
77.0000	1090.3490
78.0000	1098.6530
79.0000	1106.8700
80.0000	1114.9990
81.0000	1123.0450
82.0000	1131.0090
83.0000	1138.8930
84.0000	1146.6990
85.0000	1154.4290
86.0000	1162.0860
87.0000	1169.6700
88.0000	1177.1830
89.0000	1184.6270
90.0000	1192.0040
91.0000	1199.3160
92.0000	1206.5630
93.0000	1213.7470
94.0000	1220.8700
95.0000	1227.9320
96.0000	1234.9360
97.0000	1241.8830
98.0000	1248.7730
99.0000	1255.6080
100.0000	1262.3890

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV CAPELINHA 3-GOV VALADARES 6 C1 C2 CAPACIDADE SAZONAL    VD 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS
===== ======

DIAMETRO	:	2.6780	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0785	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	3.6000	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	29.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	500.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	10000.0000	(W/km.cm)

RESULTADOS
==========

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	.0000
41.0000	.0000
42.0000	100.7920
43.0000	195.4871
44.0000	257.1429
45.0000	306.4029
46.0000	348.5654
47.0000	385.9658
48.0000	419.8806
49.0000	451.0988
50.0000	480.1482
51.0000	507.4033
52.0000	533.1408
53.0000	557.5726
54.0000	580.8646
55.0000	603.1505
56.0000	624.5390
57.0000	645.1209
58.0000	664.9719
59.0000	684.1572
60.0000	702.7319
61.0000	720.7447
62.0000	738.2374
63.0000	755.2473
64.0000	771.8069
65.0000	787.9462

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV CAPELINHA 3-GOV VALADARES 6 C1 C2 CAPACIDADE SAZONAL    VD 29-08-22*
**********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	803.6906
67.0000	819.0643
68.0000	834.0883
69.0000	848.7820
70.0000	863.1630
71.0000	877.2476
72.0000	891.0504
73.0000	904.5852
74.0000	917.8644
75.0000	930.8995
76.0000	943.7016
77.0000	956.2804
78.0000	968.6454
79.0000	980.8052
80.0000	992.7678
81.0000	1004.5410
82.0000	1016.1320
83.0000	1027.5470
84.0000	1038.7940
85.0000	1049.8770
86.0000	1060.8020
87.0000	1071.5750
88.0000	1082.2000
89.0000	1092.6830
90.0000	1103.0290
91.0000	1113.2400
92.0000	1123.3220
93.0000	1133.2780
94.0000	1143.1120
95.0000	1152.8280
96.0000	1162.4290
97.0000	1171.9180
98.0000	1181.2990
99.0000	1190.5730
100.0000	1199.7450

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV CAPELINHA 3-GOV VALADARES 6 C1 C2 CAPACIDADE SAZONAL    VN 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.6780	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0785	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	2.1600	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	23.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	500.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	.1000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	620.9903
41.0000	638.2043
42.0000	654.8878
43.0000	671.0812
44.0000	686.8203
45.0000	702.1366
46.0000	717.0580
47.0000	731.6098
48.0000	745.8144
49.0000	759.6920
50.0000	773.2612
51.0000	786.5386
52.0000	799.5395
53.0000	812.2781
54.0000	824.7671
55.0000	837.0184
56.0000	849.0432
57.0000	860.8514
58.0000	872.4524
59.0000	883.8552
60.0000	895.0679
61.0000	906.0981
62.0000	916.9531
63.0000	927.6396
64.0000	938.1639
65.0000	948.5320

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.         PAGINA -  2*
* LT 500 kV CAPELINHA 3-GOV VALADARES 6 C1 C2 CAPACIDADE SAZONAL     VN 29-08-22*
**********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	958.7493
67.0000	968.8212
68.0000	978.7527
69.0000	988.5486
70.0000	998.2133
71.0000	1007.7510
72.0000	1017.1660
73.0000	1026.4620
74.0000	1035.6420
75.0000	1044.7110
76.0000	1053.6710
77.0000	1062.5250
78.0000	1071.2770
79.0000	1079.9300
80.0000	1088.4860
81.0000	1096.9480
82.0000	1105.3180
83.0000	1113.5990
84.0000	1121.7930
85.0000	1129.9030
86.0000	1137.9300
87.0000	1145.8780
88.0000	1153.7460
89.0000	1161.5390
90.0000	1169.2570
91.0000	1176.9020
92.0000	1184.4770
93.0000	1191.9820
94.0000	1199.4190
95.0000	1206.7900
96.0000	1214.0960
97.0000	1221.3390
98.0000	1228.5210
99.0000	1235.6420
100.0000	1242.7040

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.         PAGINA -  1*
* LT 500 kV CAPELINHA 3-GOV VALADARES 6 C1 C2 CAPACIDADE SAZONAL     ID 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS
===== ======

DIAMETRO	:	2.6780	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0785	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	3.2400	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	30.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	500.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	10000.0000	(W/km.cm)

RESULTADOS
==========

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	.0000
41.0000	.0000
42.0000	.0000
43.0000	.0000
44.0000	150.9028
45.0000	222.5892
46.0000	276.0116
47.0000	320.4413
48.0000	359.2330
49.0000	394.0575
50.0000	425.8910
51.0000	455.3630
52.0000	482.9077
53.0000	508.8398
54.0000	533.3961
55.0000	556.7599
56.0000	579.0771
57.0000	600.4654
58.0000	621.0223
59.0000	640.8286
60.0000	659.9533
61.0000	678.4549
62.0000	696.3842
63.0000	713.7852
64.0000	730.6967
65.0000	747.1529

```
*****************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV CAPELINHA 3-GOV VALADARES 6 C1 C2 CAPACIDADE SAZONAL    ID 29-08-22*
*****************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	763.1839
67.0000	778.8169
68.0000	794.0763
69.0000	808.9841
70.0000	823.5599
71.0000	837.8220
72.0000	851.7869
73.0000	865.4695
74.0000	878.8839
75.0000	892.0428
76.0000	904.9580
77.0000	917.6403
78.0000	930.1002
79.0000	942.3467
80.0000	954.3887
81.0000	966.2346
82.0000	977.8921
83.0000	989.3682
84.0000	1000.6700
85.0000	1011.8030
86.0000	1022.7750
87.0000	1033.5890
88.0000	1044.2530
89.0000	1054.7710
90.0000	1065.1470
91.0000	1075.3870
92.0000	1085.4940
93.0000	1095.4730
94.0000	1105.3280
95.0000	1115.0620
96.0000	1124.6790
97.0000	1134.1820
98.0000	1143.5740
99.0000	1152.8590
100.0000	1162.0400

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV CAPELINHA 3-GOV VALADARES 6 C1 C2 CAPACIDADE SAZONAL    IN 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.6780	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0785	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	2.1600	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	20.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	500.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	.1000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	672.3466
41.0000	688.0996
42.0000	703.4284
43.0000	718.3611
44.0000	732.9229
45.0000	747.1363
46.0000	761.0216
47.0000	774.5974
48.0000	787.8805
49.0000	800.8862
50.0000	813.6286
51.0000	826.1206
52.0000	838.3742
53.0000	850.4002
54.0000	862.2091
55.0000	873.8101
56.0000	885.2122
57.0000	896.4235
58.0000	907.4518
59.0000	918.3042
60.0000	928.9874
61.0000	939.5079
62.0000	949.8716
63.0000	960.0841
64.0000	970.1508
65.0000	980.0766

```
********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV CAPELINHA 3-GOV VALADARES 6 C1 C2 CAPACIDADE SAZONAL    IN 29-08-22*
********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	989.8662
67.0000	999.5243
68.0000	1009.0550
69.0000	1018.4620
70.0000	1027.7500
71.0000	1036.9220
72.0000	1045.9820
73.0000	1054.9330
74.0000	1063.7780
75.0000	1072.5210
76.0000	1081.1630
77.0000	1089.7080
78.0000	1098.1600
79.0000	1106.5190
80.0000	1114.7890
81.0000	1122.9710
82.0000	1131.0690
83.0000	1139.0850
84.0000	1147.0190
85.0000	1154.8760
86.0000	1162.6550
87.0000	1170.3600
88.0000	1177.9920
89.0000	1185.5530
90.0000	1193.0440
91.0000	1200.4670
92.0000	1207.8240
93.0000	1215.1160
94.0000	1222.3450
95.0000	1229.5120
96.0000	1236.6180
97.0000	1243.6640
98.0000	1250.6530
99.0000	1257.5850
100.0000	1264.4610

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.         PAGINA -  1*
* LT 500 kV JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2             CAPACIDADE SAZONAL   VD 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.6780	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0785	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	3.6000	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	33.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	350.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	10000.0000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	.0000
41.0000	.0000
42.0000	.0000
43.0000	.0000
44.0000	.0000
45.0000	.0000
46.0000	123.4342
47.0000	208.0162
48.0000	266.7576
49.0000	314.4906
50.0000	355.6779
51.0000	392.3884
52.0000	425.7836
53.0000	456.5935
54.0000	485.3123
55.0000	512.2935
56.0000	537.8002
57.0000	562.0347
58.0000	585.1563
59.0000	607.2936
60.0000	628.5516
61.0000	649.0182
62.0000	668.7669
63.0000	687.8608
64.0000	706.3539
65.0000	724.2936

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2            CAPACIDADE SAZONAL   VD 29-08-22*
**********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	741.7204
67.0000	758.6710
68.0000	775.1774
69.0000	791.2684
70.0000	806.9696
71.0000	822.3040
72.0000	837.2928
73.0000	851.9550
74.0000	866.3077
75.0000	880.3669
76.0000	894.1473
77.0000	907.6620
78.0000	920.9236
79.0000	933.9434
80.0000	946.7321
81.0000	959.2994
82.0000	971.6546
83.0000	983.8064
84.0000	995.7626
85.0000	1007.5310
86.0000	1019.1180
87.0000	1030.5310
88.0000	1041.7760
89.0000	1052.8590
90.0000	1063.7860
91.0000	1074.5610
92.0000	1085.1890
93.0000	1095.6770
94.0000	1106.0270
95.0000	1116.2440
96.0000	1126.3320
97.0000	1136.2960
98.0000	1146.1380
99.0000	1155.8630
100.0000	1165.4730

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2            CAPACIDADE SAZONAL   VN 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.6780	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0785	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	2.1600	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	25.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	350.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	.1000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	585.8378
41.0000	604.3006
42.0000	622.1314
43.0000	639.3844
44.0000	656.1060
45.0000	672.3371
46.0000	688.1133
47.0000	703.4661
48.0000	718.4237
49.0000	733.0111
50.0000	747.2507
51.0000	761.1631
52.0000	774.7667
53.0000	788.0781
54.0000	801.1127
55.0000	813.8847
56.0000	826.4067
57.0000	838.6909
58.0000	850.7480
59.0000	862.5884
60.0000	874.2213
61.0000	885.6558
62.0000	896.8998
63.0000	907.9614
64.0000	918.8473
65.0000	929.5646

```
********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2             CAPACIDADE SAZONAL   VN 29-08-22*
********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	940.1193
67.0000	950.5175
68.0000	960.7649
69.0000	970.8667
70.0000	980.8279
71.0000	990.6533
72.0000	1000.3470
73.0000	1009.9140
74.0000	1019.3580
75.0000	1028.6820
76.0000	1037.8920
77.0000	1046.9890
78.0000	1055.9770
79.0000	1064.8590
80.0000	1073.6390
81.0000	1082.3200
82.0000	1090.9030
83.0000	1099.3920
84.0000	1107.7900
85.0000	1116.0980
86.0000	1124.3190
87.0000	1132.4560
88.0000	1140.5100
89.0000	1148.4840
90.0000	1156.3790
91.0000	1164.1980
92.0000	1171.9420
93.0000	1179.6140
94.0000	1187.2140
95.0000	1194.7440
96.0000	1202.2070
97.0000	1209.6040
98.0000	1216.9360
99.0000	1224.2040
100.0000	1231.4110

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2            CAPACIDADE SAZONAL   ID 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.6780	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0785	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	3.2400	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	30.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	350.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	10000.0000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	.0000
41.0000	.0000
42.0000	.0000
43.0000	.0000
44.0000	158.6897
45.0000	228.2967
46.0000	280.9222
47.0000	324.9272
48.0000	363.4591
49.0000	398.1122
50.0000	429.8278
51.0000	459.2166
52.0000	486.7019
53.0000	512.5916
54.0000	537.1180
55.0000	560.4615
56.0000	582.7657
57.0000	604.1467
58.0000	624.7007
59.0000	644.5079
60.0000	663.6364
61.0000	682.1442
62.0000	700.0816
63.0000	717.4924
64.0000	734.4149
65.0000	750.8832

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2            CAPACIDADE SAZONAL   ID 29-08-22*
**********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	766.9274
67.0000	782.5742
68.0000	797.8480
69.0000	812.7706
70.0000	827.3618
71.0000	841.6396
72.0000	855.6204
73.0000	869.3192
74.0000	882.7498
75.0000	895.9250
76.0000	908.8567
77.0000	921.5555
78.0000	934.0317
79.0000	946.2947
80.0000	958.3533
81.0000	970.2156
82.0000	981.8893
83.0000	993.3817
84.0000	1004.6990
85.0000	1015.8490
86.0000	1026.8360
87.0000	1037.6670
88.0000	1048.3460
89.0000	1058.8790
90.0000	1069.2710
91.0000	1079.5260
92.0000	1089.6490
93.0000	1099.6420
94.0000	1109.5120
95.0000	1119.2600
96.0000	1128.8920
97.0000	1138.4090
98.0000	1147.8160
99.0000	1157.1150
100.0000	1166.3100

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 500 kV JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2            CAPACIDADE SAZONAL   IN 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.6780	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0785	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	2.1600	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	21.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	350.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	.1000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	657.7632
41.0000	674.0148
42.0000	689.8096
43.0000	705.1791
44.0000	720.1516
45.0000	734.7523
46.0000	749.0038
47.0000	762.9265
48.0000	776.5389
49.0000	789.8579
50.0000	802.8990
51.0000	815.6761
52.0000	828.2021
53.0000	840.4893
54.0000	852.5483
55.0000	864.3896
56.0000	876.0226
57.0000	887.4562
58.0000	898.6985
59.0000	909.7574
60.0000	920.6400
61.0000	931.3530
62.0000	941.9028
63.0000	952.2955
64.0000	962.5365
65.0000	972.6315

```
********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 500 kV JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2             CAPACIDADE SAZONAL   IN 29-08-22*
********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	982.5851
67.0000	992.4023
68.0000	1002.0870
69.0000	1011.6450
70.0000	1021.0790
71.0000	1030.3930
72.0000	1039.5910
73.0000	1048.6770
74.0000	1057.6530
75.0000	1066.5230
76.0000	1075.2900
77.0000	1083.9570
78.0000	1092.5270
79.0000	1101.0020
80.0000	1109.3850
81.0000	1117.6780
82.0000	1125.8840
83.0000	1134.0050
84.0000	1142.0430
85.0000	1150.0010
86.0000	1157.8790
87.0000	1165.6810
88.0000	1173.4080
89.0000	1181.0620
90.0000	1188.6440
91.0000	1196.1560
92.0000	1203.6010
93.0000	1210.9790
94.0000	1218.2920
95.0000	1225.5410
96.0000	1232.7280
97.0000	1239.8540
98.0000	1246.9200
99.0000	1253.9290
100.0000	1260.8800

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 345 kV VIANA 2 - VIANA                    CAPACIDADE SAZONAL   VD 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	: 2.9250	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	: .0661	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	: 40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	: 1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	: 100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	: .7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	: 3.6000	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	: 33.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	: 100.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:10000.0000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	.0000
41.0000	.0000
42.0000	.0000
43.0000	.0000
44.0000	.0000
45.0000	.0000
46.0000	94.8346
47.0000	211.1202
48.0000	282.7831
49.0000	339.3811
50.0000	387.5743
51.0000	430.1991
52.0000	468.7792
53.0000	504.2462
54.0000	537.2189
55.0000	568.1337
56.0000	597.3118
57.0000	624.9982
58.0000	651.3846
59.0000	676.6248
60.0000	700.8437
61.0000	724.1454
62.0000	746.6170
63.0000	768.3325
64.0000	789.3555
65.0000	809.7412

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 345 kV VIANA 2 - VIANA                    CAPACIDADE SAZONAL   VD 29-08-22*
**********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	829.5375
67.0000	848.7868
68.0000	867.5263
69.0000	885.7898
70.0000	903.6067
71.0000	921.0040
72.0000	938.0059
73.0000	954.6346
74.0000	970.9098
75.0000	986.8500
76.0000	1002.4720
77.0000	1017.7910
78.0000	1032.8220
79.0000	1047.5770
80.0000	1062.0690
81.0000	1076.3090
82.0000	1090.3070
83.0000	1104.0740
84.0000	1117.6190
85.0000	1130.9500
86.0000	1144.0760
87.0000	1157.0030
88.0000	1169.7400
89.0000	1182.2920
90.0000	1194.6670
91.0000	1206.8700
92.0000	1218.9070
93.0000	1230.7840
94.0000	1242.5050
95.0000	1254.0750
96.0000	1265.4990
97.0000	1276.7820
98.0000	1287.9270
99.0000	1298.9390
100.0000	1309.8220

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 345 kV VIANA 2 - VIANA                   CAPACIDADE SAZONAL   VN 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.9250	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0661	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	2.1600	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	25.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	100.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	.1000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	659.7815
41.0000	680.5836
42.0000	700.6746
43.0000	720.1152
44.0000	738.9580
45.0000	757.2488
46.0000	775.0278
47.0000	792.3304
48.0000	809.1884
49.0000	825.6297
50.0000	841.6801
51.0000	857.3622
52.0000	872.6968
53.0000	887.7028
54.0000	902.3975
55.0000	916.7967
56.0000	930.9148
57.0000	944.7653
58.0000	958.3605
59.0000	971.7120
60.0000	984.8302
61.0000	997.7251
62.0000	1010.4060
63.0000	1022.8820
64.0000	1035.1600
65.0000	1047.2480

```
********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 345 kV VIANA 2 - VIANA                    CAPACIDADE SAZONAL   VN 29-08-22*
********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	1059.1540
67.0000	1070.8840
68.0000	1082.4440
69.0000	1093.8410
70.0000	1105.0790
71.0000	1116.1650
72.0000	1127.1030
73.0000	1137.8980
74.0000	1148.5550
75.0000	1159.0780
76.0000	1169.4710
77.0000	1179.7380
78.0000	1189.8830
79.0000	1199.9090
80.0000	1209.8200
81.0000	1219.6190
82.0000	1229.3090
83.0000	1238.8930
84.0000	1248.3740
85.0000	1257.7550
86.0000	1267.0380
87.0000	1276.2260
88.0000	1285.3220
89.0000	1294.3270
90.0000	1303.2440
91.0000	1312.0750
92.0000	1320.8220
93.0000	1329.4870
94.0000	1338.0730
95.0000	1346.5800
96.0000	1355.0110
97.0000	1363.3680
98.0000	1371.6520
99.0000	1379.8650
100.0000	1388.0090

```
********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 345 kV VIANA 2 - VIANA                  CAPACIDADE SAZONAL   ID 29-08-22*
********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.9250	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0661	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	3.6000	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	29.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	100.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	10000.0000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	.0000
41.0000	.0000
42.0000	73.0900
43.0000	202.8851
44.0000	277.1168
45.0000	335.0200
46.0000	384.0558
47.0000	427.2907
48.0000	466.3434
49.0000	502.1928
50.0000	535.4844
51.0000	566.6716
52.0000	596.0861
53.0000	623.9807
54.0000	650.5524
55.0000	675.9589
56.0000	700.3281
57.0000	723.7667
58.0000	746.3632
59.0000	768.1935
60.0000	789.3223
61.0000	809.8057
62.0000	829.6926
63.0000	849.0261
64.0000	867.8440
65.0000	886.1807

```
********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 345 kV VIANA 2 - VIANA                    CAPACIDADE SAZONAL   ID 29-08-22*
********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	904.0658
67.0000	921.5269
68.0000	938.5886
69.0000	955.2731
70.0000	971.6006
71.0000	987.5900
72.0000	1003.2580
73.0000	1018.6200
74.0000	1033.6910
75.0000	1048.4840
76.0000	1063.0120
77.0000	1077.2850
78.0000	1091.3150
79.0000	1105.1110
80.0000	1118.6830
81.0000	1132.0400
82.0000	1145.1890
83.0000	1158.1390
84.0000	1170.8960
85.0000	1183.4670
86.0000	1195.8600
87.0000	1208.0790
88.0000	1220.1310
89.0000	1232.0210
90.0000	1243.7550
91.0000	1255.3370
92.0000	1266.7710
93.0000	1278.0630
94.0000	1289.2170
95.0000	1300.2360
96.0000	1311.1250
97.0000	1321.8870
98.0000	1332.5260
99.0000	1343.0440
100.0000	1353.4460

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  1*
* LT 345 kV VIANA 2 - VIANA                    CAPACIDADE SAZONAL   IN 29-08-22*
**********************************************************************************
```

DADOS GERAIS

DIAMETRO	:	2.9250	(cm)
RESISTENCIA A 50.0 oC	:	.0661	(Ohm/km)
TEMP. CONDUTOR(VALOR INICIAL)	:	40.0000	(oC)
PASSO DA TEMPERATURA	:	1.0000	(oC)
TEMP. CONDUTOR(VALOR FINAL)	:	100.0000	(oC)
FATOR DE EMISSIVIDADE	:	.7800	(p.u.)
VELOCIDADE DO VENTO	:	2.1600	(Km/h)
TEMPERATURA AMBIENTE	:	21.0000	(oC)
ALTITUDE DA REGIAO	:	100.0000	(m)
IRRADIACAO SOLAR	:	.1000	(W/km.cm)

RESULTADOS

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
40.0000	740.7477
41.0000	759.0596
42.0000	776.8576
43.0000	794.1771
44.0000	811.0501
45.0000	827.5047
46.0000	843.5665
47.0000	859.2584
48.0000	874.6014
49.0000	889.6143
50.0000	904.3146
51.0000	918.7180
52.0000	932.8391
53.0000	946.6914
54.0000	960.2872
55.0000	973.6383
56.0000	986.7550
57.0000	999.6475
58.0000	1012.3250
59.0000	1024.7960
60.0000	1037.0690
61.0000	1049.1510
62.0000	1061.0500
63.0000	1072.7720
64.0000	1084.3240
65.0000	1095.7120

```
********************************************************************************
* PROGRAMA TEMPCOND   VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.        PAGINA -  2*
* LT 345 kV VIANA 2 - VIANA                    CAPACIDADE SAZONAL   IN 29-08-22*
********************************************************************************
```

TEMPERATURA DO CONDUTOR (oC)	CORRENTE TRANSMISSIVEL PELO CONDUTOR (A)
66.0000	1106.9400
67.0000	1118.0160
68.0000	1128.9430
69.0000	1139.7260
70.0000	1150.3700
71.0000	1160.8800
72.0000	1171.2600
73.0000	1181.5130
74.0000	1191.6430
75.0000	1201.6540
76.0000	1211.5490
77.0000	1221.3320
78.0000	1231.0050
79.0000	1240.5720
80.0000	1250.0360
81.0000	1259.3990
82.0000	1268.6630
83.0000	1277.8330
84.0000	1286.9090
85.0000	1295.8950
86.0000	1304.7920
87.0000	1313.6020
88.0000	1322.3290
89.0000	1330.9740
90.0000	1339.5380
91.0000	1348.0240
92.0000	1356.4330
93.0000	1364.7680
94.0000	1373.0300
95.0000	1381.2200
96.0000	1389.3400
97.0000	1397.3920
98.0000	1405.3780
99.0000	1413.2980
100.0000	1421.1540

ANEXO 3 - ATPDRAW

- LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 C1 e C2 (considerado na modelagem 102 km)

D - DISTANCIA DO PONTO DE FALTA A SE 1 (KM)

I - CORRENTE DE CC TOTAL (kA)

I1 - CONTRIBUICAO DA SE JAÍBA (kA)

I2 - CONTRIBUICAO DA SE JANAÚBA 6(kA)

IE - CORRENTE QUE DESCE PELA ESTRUTURA ONDE HOUVE O CURTO (kA)

IV1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE JAÍBA NO CABO PARA-RAIOS V (kA)

IV2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE JANAÚBA 6 NO CABO PARA-RAIOS V (kA)

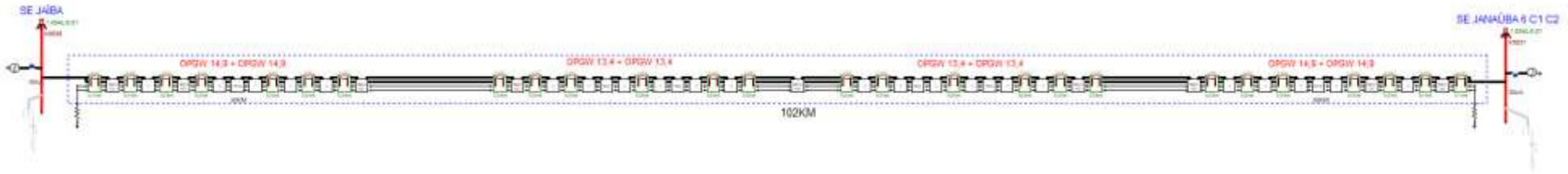
IW1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE JAÍBA NO CABO PARA-RAIOS W (kA)

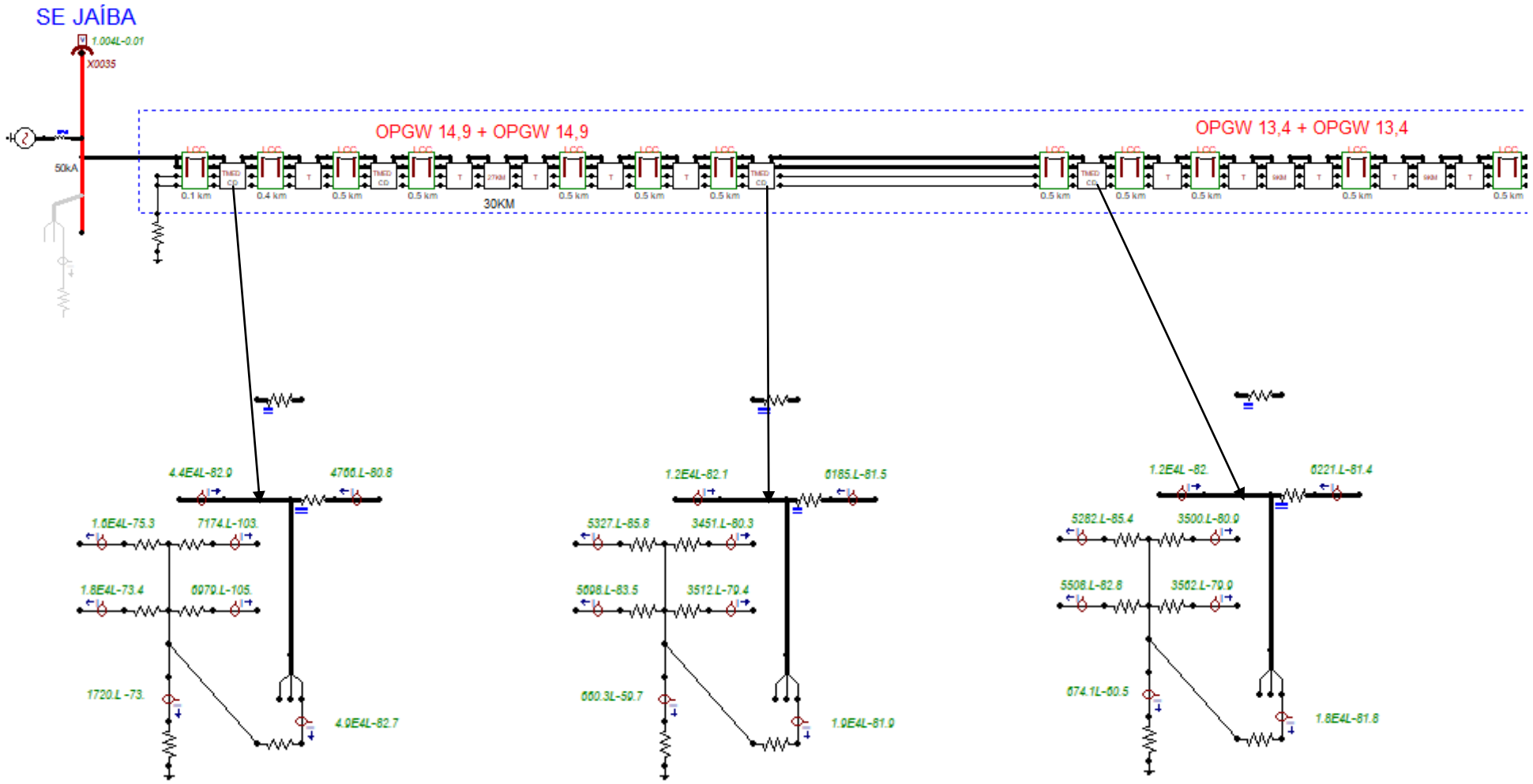
IW2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE JANAÚBA 6 NO CABO PARA-RAIOS W (KA)

TERMINAIS	APÓS 30 KM
OPGW 14,9	OPGW 13,4
OPGW 14,9	OPGW 13,4
OPGW 14,9	OPGW 13,4
OPGW 14,9	OPGW 13,4

	CASO	Local do defeito (km) Distância entre SE JAÍBA e Local da Falta	I	I1	I2	IE	IV1	IW1	IV2	IW2
OPGW 14,9+ OPGW 14,9	1	0,1	48,62	43,86	4,77	1,72	16,27	17,88	7,17	6,98
	2	30,0	18,58	12,40	6,19	0,66	5,32	5,70	3,45	3,51
OPGW13,4 + OPGW13,4	3	30,5	18,47	12,25	6,22	0,67	5,28	5,51	3,50	3,56
	4	51,0	16,42	8,24	8,18	0,66	3,89	4,02	3,87	4,00
	5	71,5	18,47	6,22	12,25	0,67	3,50	3,56	5,28	5,51
OPGW 14,9+ OPGW 14,9	6	72,0	18,58	6,19	12,40	0,66	3,45	3,51	5,32	5,70
	7	101,9	48,62	4,77	43,86	1,72	7,17	6,98	16,30	17,88

Apresentação Geral da modelagem ilustrativa

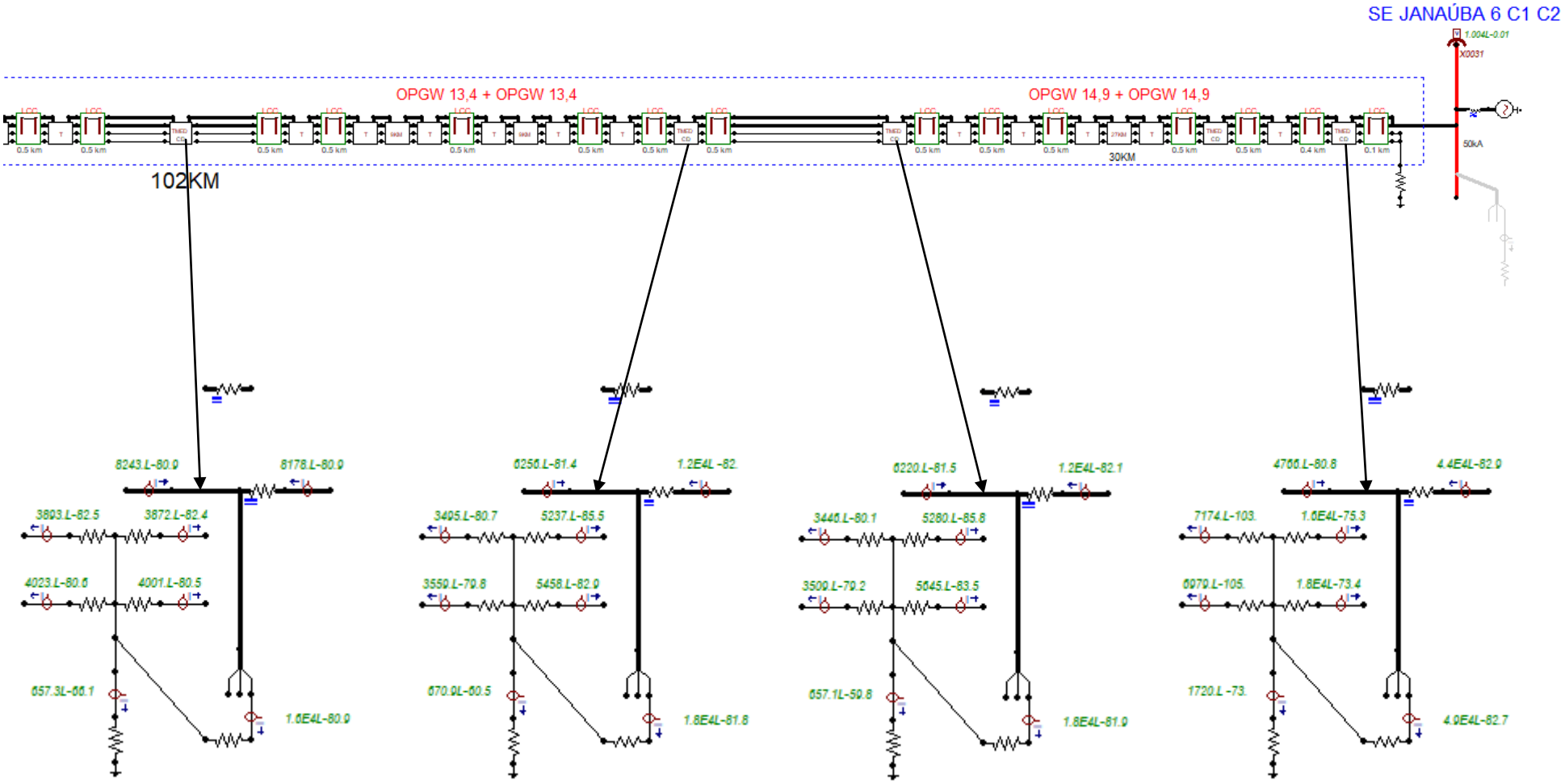




Caso 1: Curto a 0,1 km da SE Jaíba (OPGW 14,9 + OPGW 14,9)

Caso 2: Curto a 30 km da SE Jaíba Troca de Para Raios (OPGW 14,9 + OPGW 14,9) (OPGW 13,4 + OPGW 13,4)

Caso 3: Curto a 30,5 km da SE Jaíba vão adjacente a troca (OPGW 13,4 + OPGW 13,4)



Caso 4: Curto no meio da LT a 51 km da SE Jaíba – Janaúba 6 (OPGW 13,4 + OPGW 13,4)

Caso 5: Curto a 71,5 km da SE Jaíba vão adjacente a troca (OPGW 13,4 + OPGW 13,4)

Caso 6: Curto a 72 km da SE Jaíba Troca de Para Raios (OPGW 14,1 + OPGW 14,1) (OPGW 13,4 + OPGW 13,4

Caso 7: Curto a 0,1 km da SE Janaúba 6 (OPGW 14,9 + OPGW 14,9)

- LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2 (considerado na modelagem 40 km)

D - DISTANCIA DO PONTO DE FALTA A SE 1 (KM)

I - CORRENTE DE CC TOTAL (kA)

I1 - CONTRIBUICAO DA SE JANAÚBA 6 (kA)

I2 - CONTRIBUICAO DA SE JANAÚBA 3(kA)

IE - CORRENTE QUE DESCE PELA ESTRUTURA ONDE HOUVE O CURTO (kA)

IV1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE JANAÚBA 6 NO CABO PARA-RAIOS V (kA)

IV2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE JANAÚBA 3 NO CABO PARA-RAIOS V (kA)

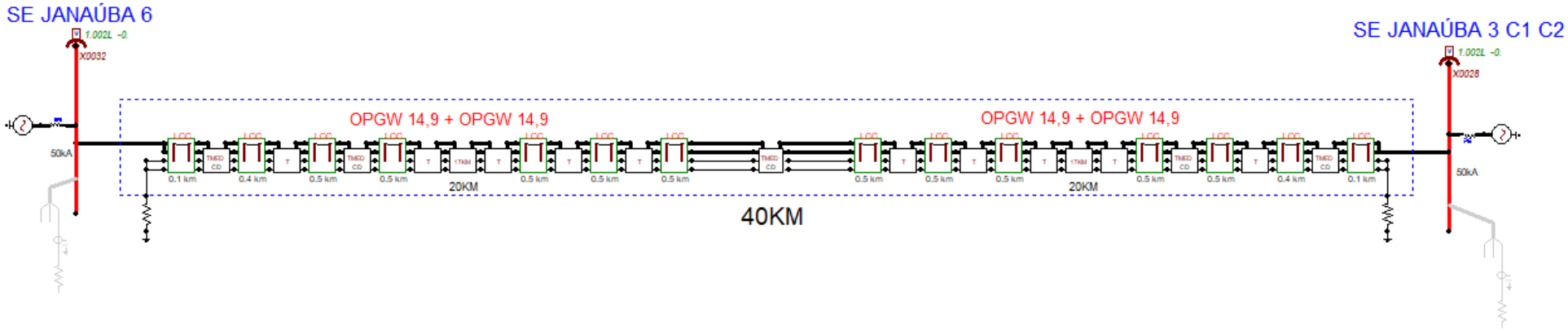
IW1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE JANAÚBA 6 NO CABO PARA-RAIOS W (kA)

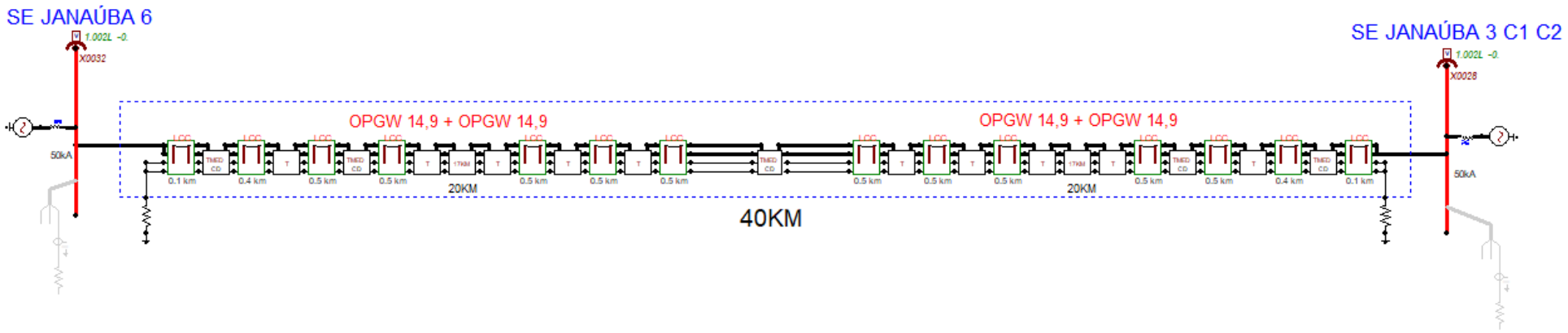
IW2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE JANAÚBA 3 NO CABO PARA-RAIOS W (KA)

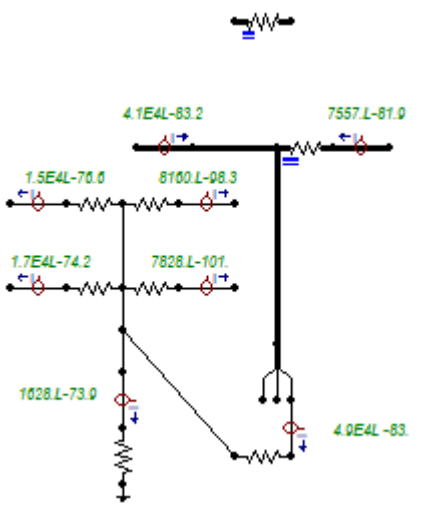
TERMINAIS	TERMINAIS
OPGW 14,9	OPGW 14,9
OPGW 14,9	OPGW 14,9
OPGW 14,9	OPGW 14,9
OPGW 14,9	OPGW 14,9

	CASO	Local do defeito (km) Distância entre SE JAÍBA e Local da Falta	I	I1	I2	IE	IV1	IW1	IV2	IW2
OPGW 14,9+ OPGW 14,9	1	0,1	48,92	41,37	7,56	1,63	15,26	17,02	8,16	7,83
	2	20	29,85	14,93	14,93	0,98	7,06	7,44	7,06	7,44
	3	39,9	48,92	7,56	41,37	1,63	8,16	7,83	15,26	17,02

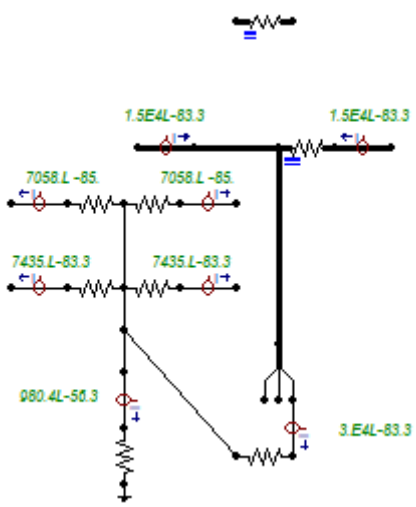
Apresentação Geral da modelagem ilustrativa



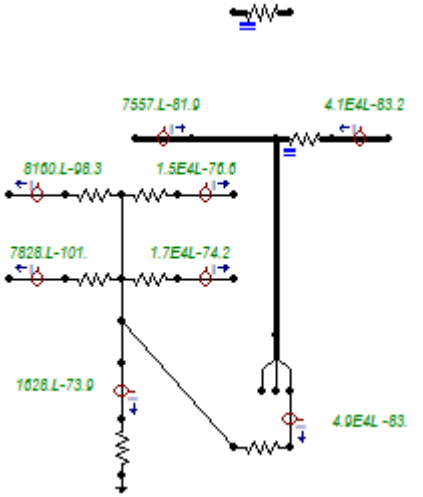




Caso 1: Curto a 0,1 km da SE Janaúba 6 (OPGW 14,9 + OPGW 14,9)



Caso 2: Curto no meio da LT a 20 km da SE Janaúba 6 – Janaúba 3 (OPGW 14,9 + OPGW 14,9)



Caso 3: Curto a 0,1 km da SE Janaúba 3 (OPGW 14,9 + OPGW 14,9)

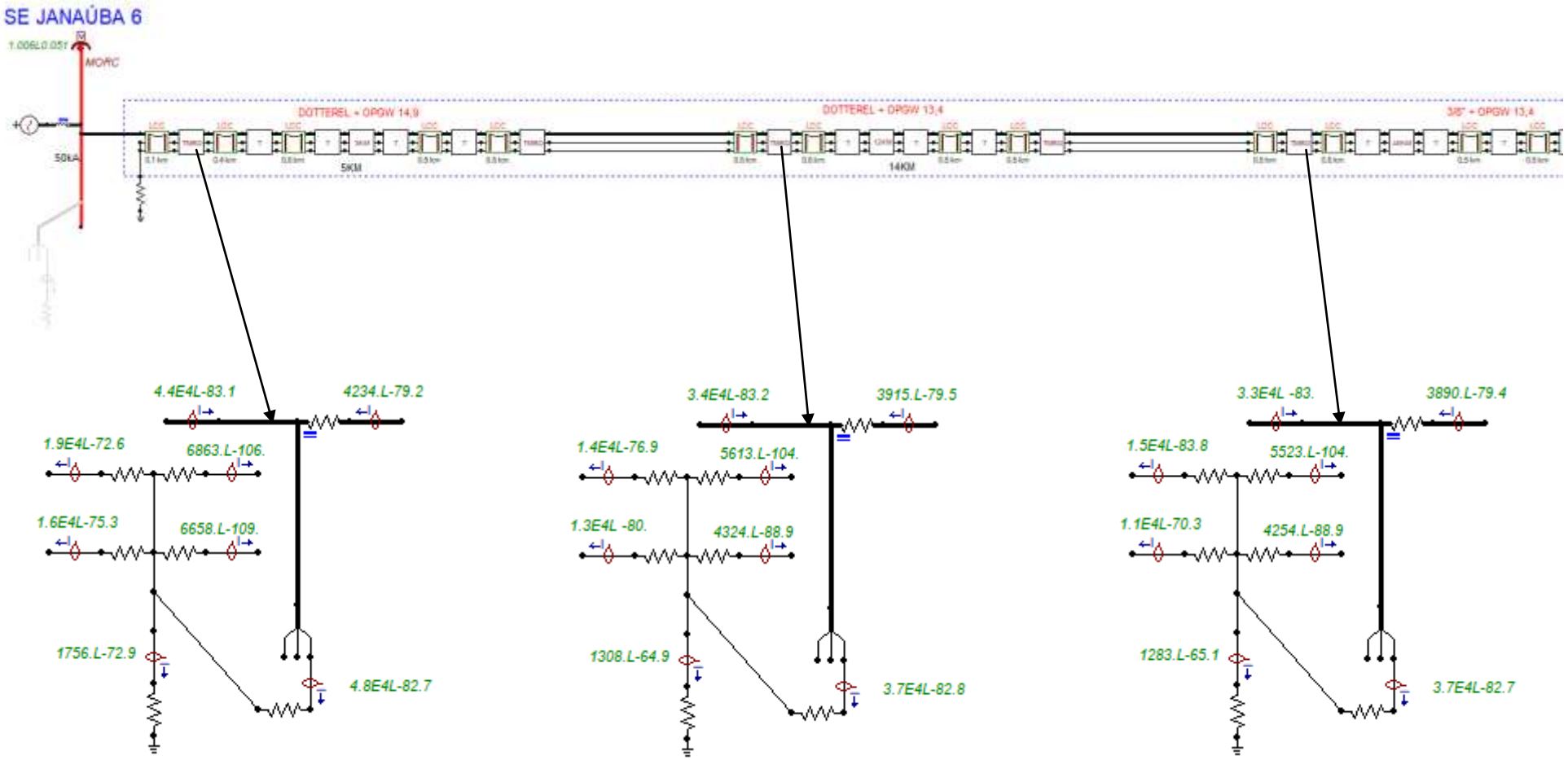
- LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1(considerado na modelagem 220,3 km)

D - DISTANCIA DO PONTO DE FALTA A SE 1 (KM)
I - CORRENTE DE CC TOTAL (kA)
I1 - CONTRIBUICAO DA SE JANAÚBA 6 (kA)
I2 - CONTRIBUICAO DA SE CAPELINHA 3 (kA)
IE - CORRENTE QUE DESCE PELA ESTRUTURA ONDE HOUVE O CURTO (kA)
IV1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE JANAÚBA 6 NO CABO PARA-RAIOS V (kA)
IV2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE CAPELINHA 3 NO CABO PARA-RAIOS V (kA)
IW1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE JANAÚBA 6 NO CABO PARA-RAIOS W (kA)
IW2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE CAPELINHA 3 NO CABO PARA-RAIOS W (KA)

TERMINAIS	APÓS 19 KM
DOTTEREL	AÇO 3/8 EAR
OPGW 14,9	AÇO 3/8 EAR
DOTTEREL	OPGW 13,4
OPGW 13,4	OPGW 13,4

	CASO	Local do defeito (km) Distância entre SE JANA e Local da Falta	I	I1	I2	IE	IV1	IW1	IV2	IW2
DOTTEREL + OPGW 14,9	1	0,1	48,48	44,26	4,23	1,76	18,61	16,30	6,86	6,66
	2	5,0	37,49	33,58	3,92	1,31	14,24	12,55	5,61	4,32
DOTTEREL + OPGW 13,4	3	5,5	36,63	32,74	3,89	1,28	15,31	10,97	5,52	4,25
	4	19,0	23,00	19,46	3,54	1,03	10,17	7,42	0,83	3,85
ACO 3/8 + OPGW13,4	5	19,5	22,55	19,04	3,52	1,17	3,14	14,48	0,81	3,75
	6	110,15	9,45	4,72	4,73	1,02	0,80	3,69	0,76	3,50
	7	200,8	22,55	3,52	19,04	1,17	0,81	3,75	3,14	14,48
DOTTERE + OPGW13,4	8	201,3	23,00	3,54	19,46	1,03	0,83	3,85	10,17	7,42
	9	214,8	36,63	3,89	32,74	1,28	5,61	4,32	15,31	10,97
DOTTEREL + OPGW 14,9	10	215,3	37,49	3,92	33,58	1,31	5,61	4,32	14,24	12,55
	11	220,2	48,48	4,23	44,26	1,76	6,86	6,66	18,61	16,30

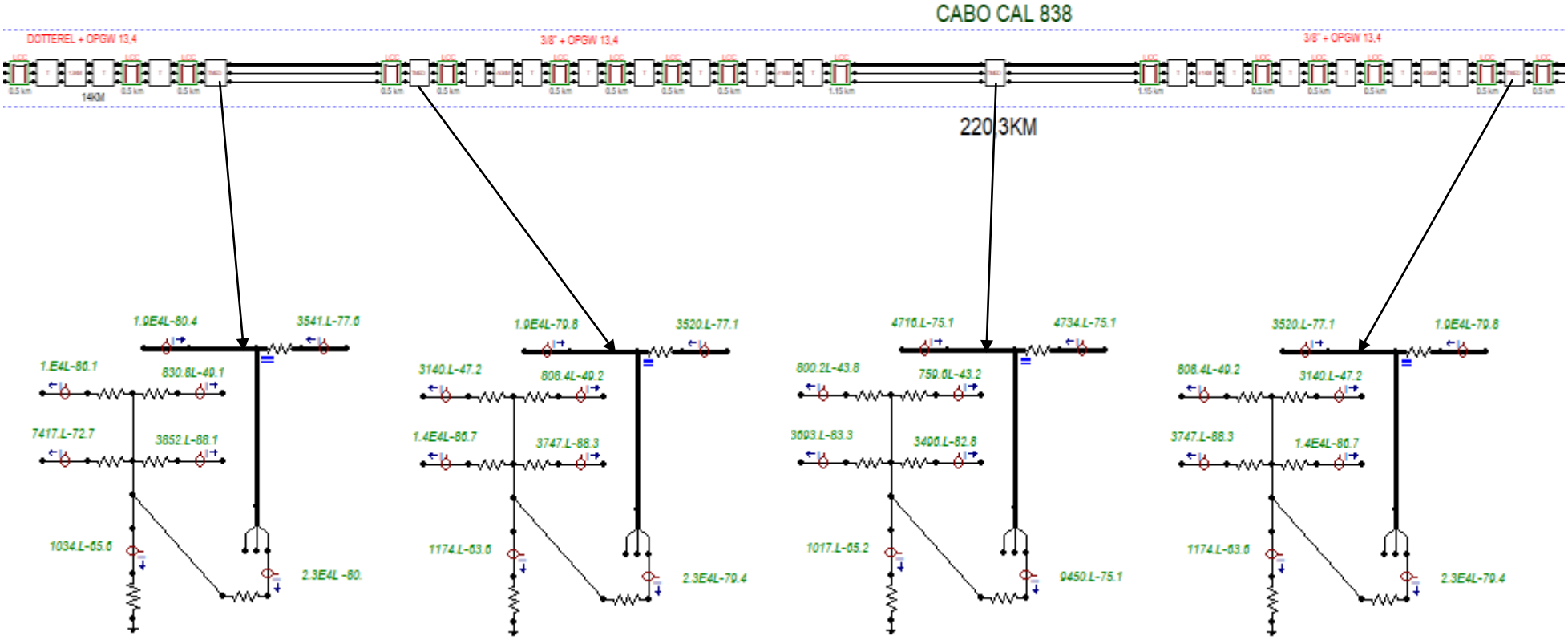
Apresentação Geral da modelagem ilustrativa



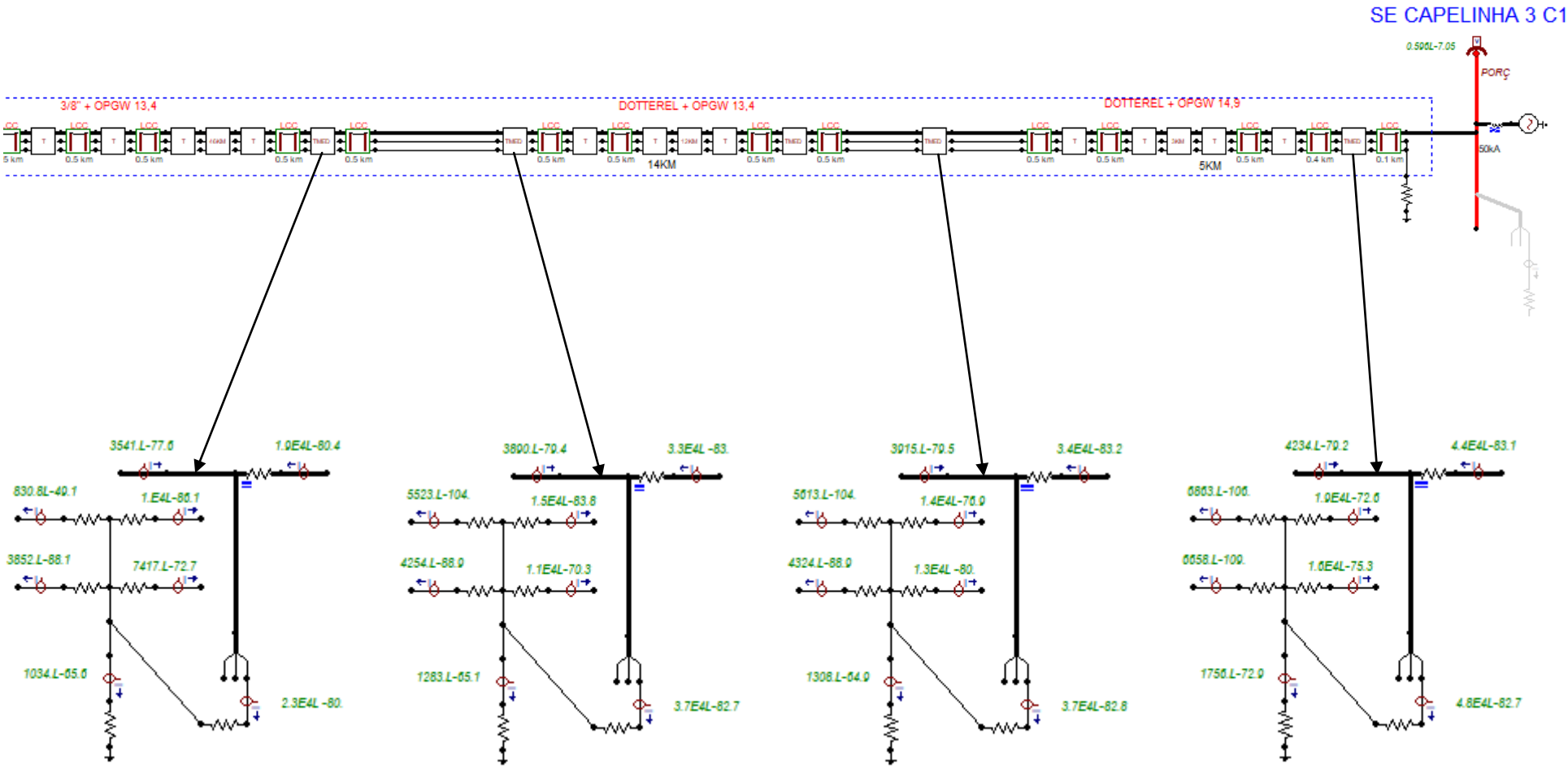
Caso 1: Curto a 0,1 km da SE Janaúba 6 (DOTTEREL + OPGW 14,9)

Caso 2: Curto a 5 km da SE Janaúba 6 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 14,9) (DOTTEREL + OPGW 13,4)

Caso 3: Curto a 5,5 km da SE Janaúba 6 vão adjacente a troca (DOTTEREL + OPGW 13,4)



Caso 4: Curto a 19 km da SE Janaúba 6 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 13,4) (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 5: Curto a 19,5 km da SE Janaúba 6 vão adjacente a troca (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 6: Curto no meio da LT a 110,3 km da SE Janaúba 6 – Capelinha 3 (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 7: Curto a 200,8 km da SE Janaúba 6 vão adjacente a troca (3/8 EAR + OPGW 13,4)



Caso 8: Curto a 201,3 km da SE Janaúba 6
Troca de Para Raios
(DOTTEREL + OPGW 13,4)
(3/8 EAR + OPGW 13,4)

Caso 9: Curto a 214,8 km da SE Janaúba 6
vão adjacente a troca
(DOTTEREL + OPGW 13,4)

Caso 10: Curto a 215,3 km da SE Janaúba 6
Troca de Para Raios
(DOTTEREL + OPGW 14,9)
(DOTTEREL + OPGW 13,4)

Caso 11: Curto a 0,1 km da SE Capelinha 3
(DOTTEREL + OPGW 14,9)

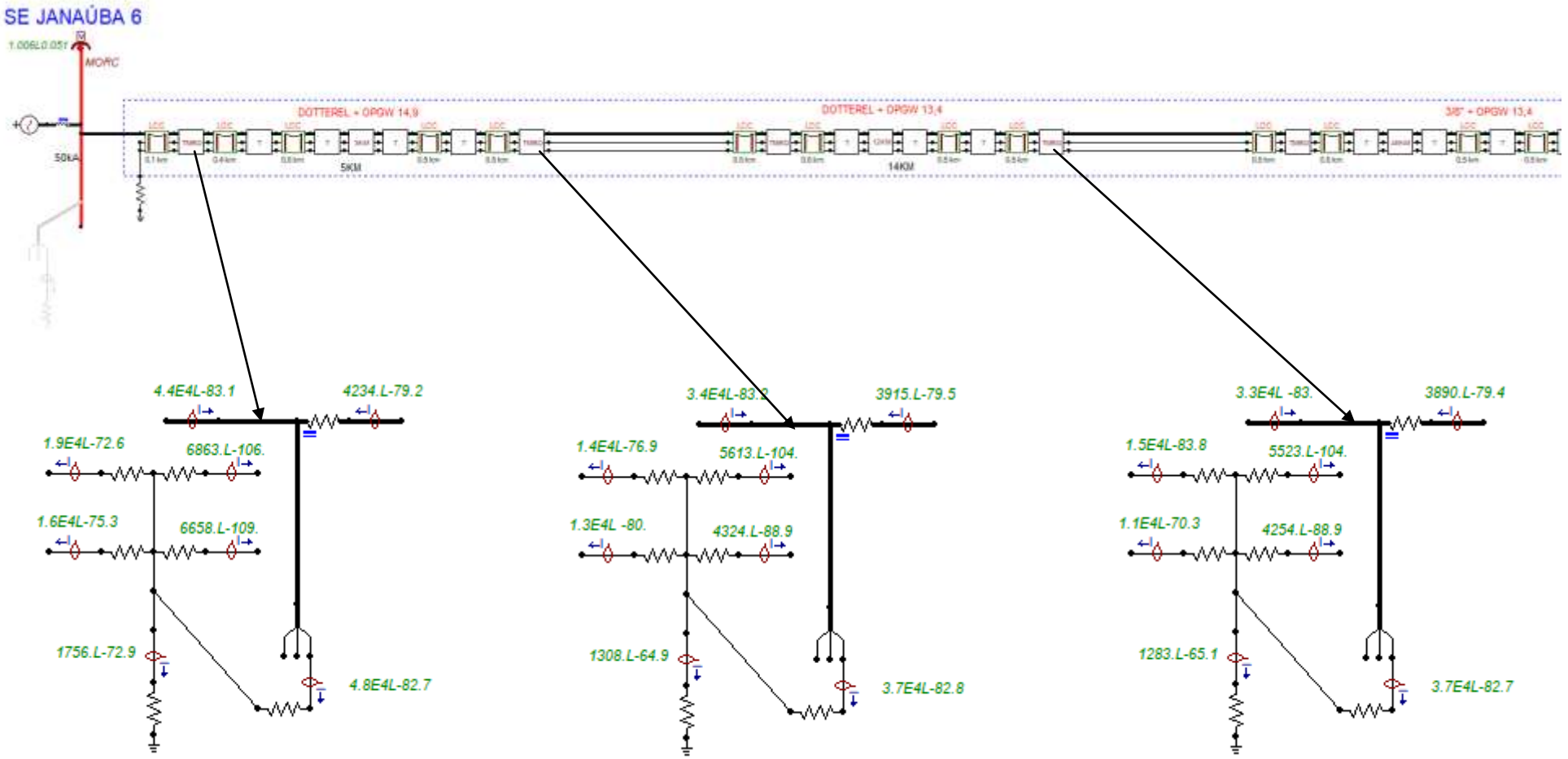
- LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C2(considerado na modelagem 220,3 km)

D - DISTANCIA DO PONTO DE FALTA A SE 1 (KM)
I - CORRENTE DE CC TOTAL (kA)
I1 - CONTRIBUICAO DA SE JANAÚBA 6 (kA)
I2 - CONTRIBUICAO DA SE CAPELINHA 3 (kA)
IE - CORRENTE QUE DESCE PELA ESTRUTURA ONDE HOUVE O CURTO (kA)
IV1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE JANAÚBA 6 NO CABO PARA-RAIOS V (kA)
IV2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE CAPELINHA 3 NO CABO PARA-RAIOS V (kA)
IW1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE JANAÚBA 6 NO CABO PARA-RAIOS W (kA)
IW2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE CAPELINHA 3 NO CABO PARA-RAIOS W (KA)

TERMINAIS	APÓS 19 KM
DOTTEREL	AÇO 3/8 EAR
OPGW 14,9	AÇO 3/8 EAR
DOTTEREL	OPGW 13,4
OPGW 13,4	OPGW 13,4

	CASO	Local do defeito (km) Distância entre SE JANA e Local da Falta	I	I1	I2	IE	IV1	IW1	IV2	IW2
DOTTEREL + OPGW 14,9	1	0,1	48,48	44,26	4,23	1,76	18,61	16,30	6,86	6,66
	2	5,0	37,49	33,58	3,92	1,31	14,24	12,55	5,61	4,32
DOTTEREL + OPGW 13,4	3	5,5	36,63	32,74	3,89	1,28	15,31	10,97	5,52	4,25
	4	19,0	23,00	19,46	3,54	1,03	10,17	7,42	0,83	3,85
ACO 3/8 + OPGW13,4	5	19,5	22,55	19,04	3,52	1,17	3,14	14,48	0,81	3,75
	6	110,15	9,45	4,72	4,73	1,02	0,80	3,69	0,76	3,50
	7	200,8	22,55	3,52	19,04	1,17	0,81	3,75	3,14	14,48
DOTTERE + OPGW13,4	8	201,3	23,00	3,54	19,46	1,03	0,83	3,85	10,17	7,42
	9	214,8	36,63	3,89	32,74	1,28	5,61	4,32	15,31	10,97
DOTTEREL + OPGW 14,9	10	215,3	37,49	3,92	33,58	1,31	5,61	4,32	14,24	12,55
	11	220,2	48,48	4,23	44,26	1,76	6,86	6,66	18,61	16,30

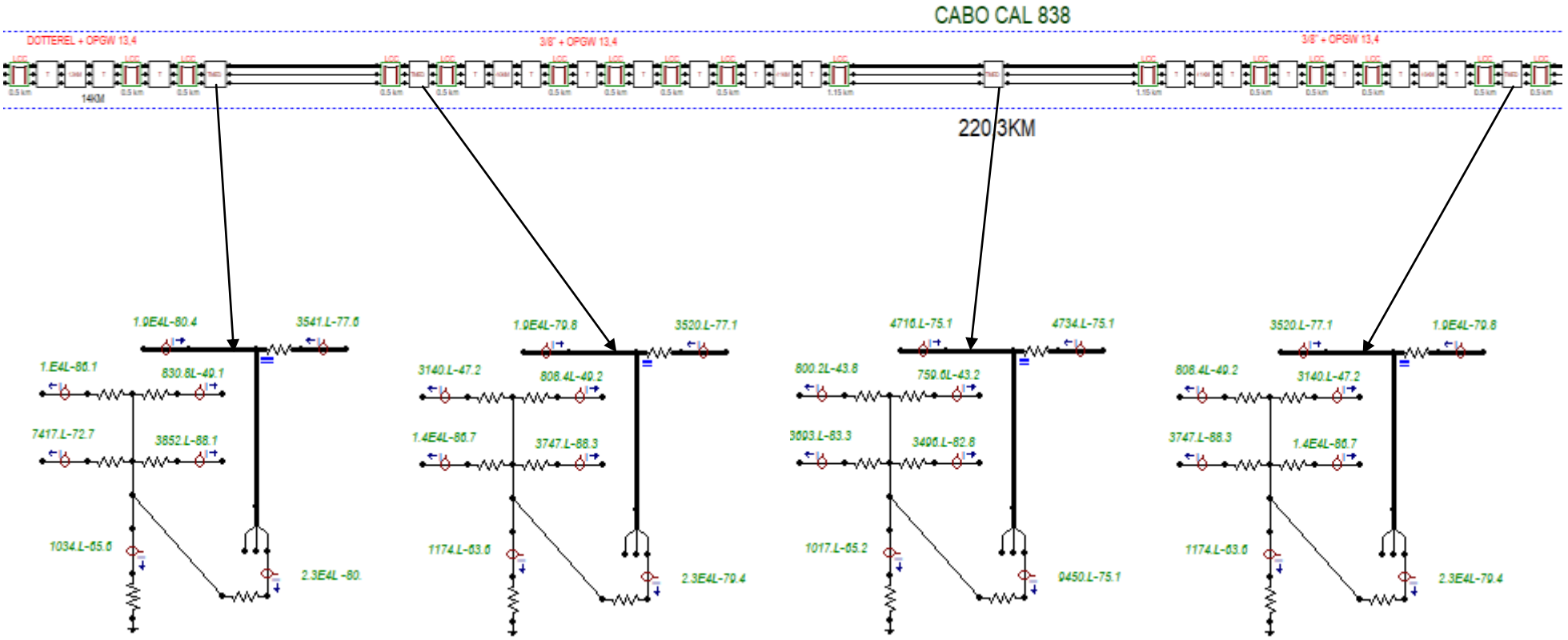
Apresentação Geral da modelagem ilustrativa



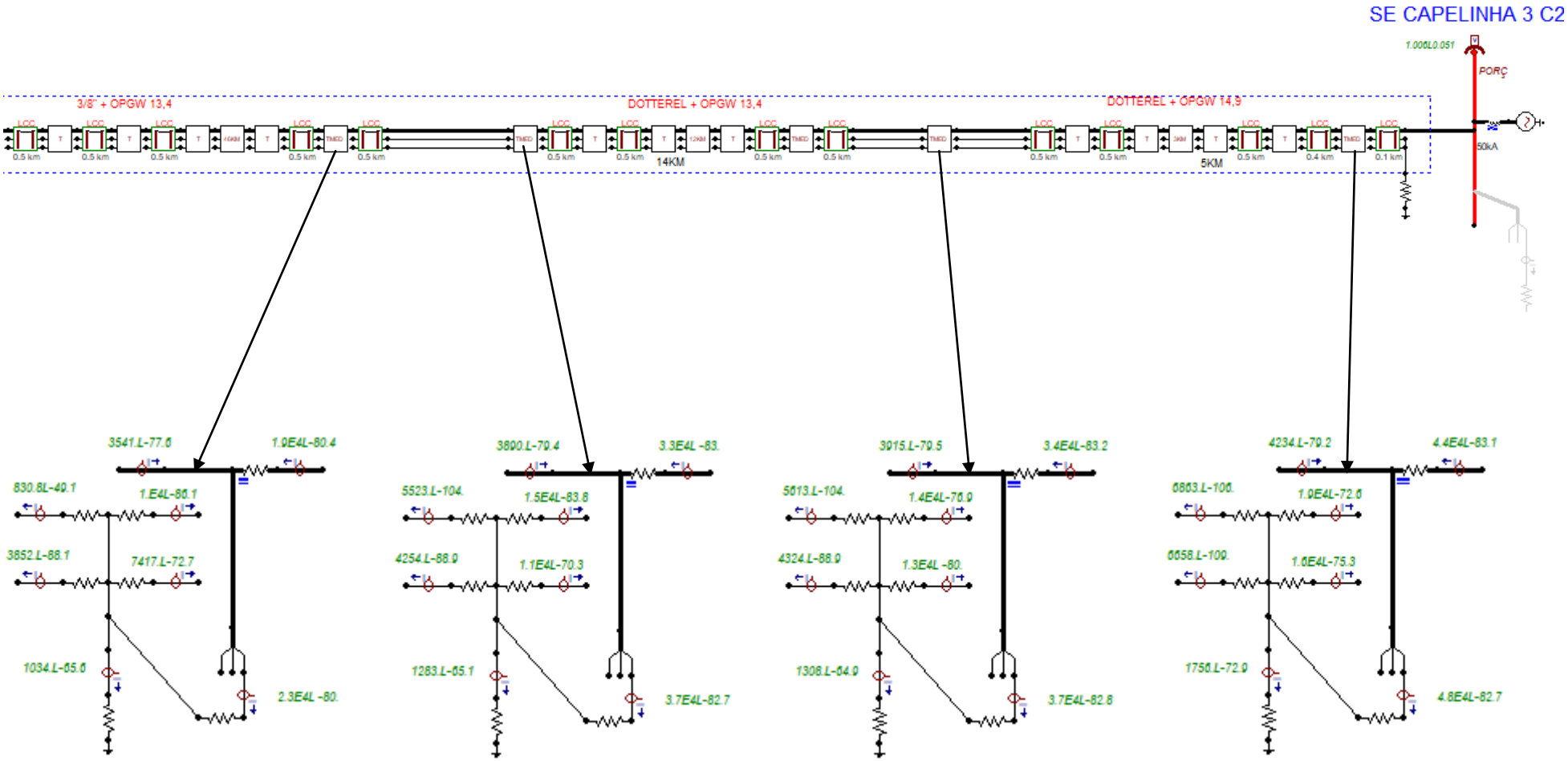
Caso 1: Curto a 0,1 km da SE Janaúba 6 (DOTTEREL + OPGW 14,9)

Caso 2: Curto a 5 km da SE Janaúba 6 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 14,9) (DOTTEREL + OPGW 13,4)

Caso 3: Curto a 5,5 km da SE Janaúba 6 vão adjacente a troca (DOTTEREL + OPGW 13,4)



Caso 4: Curto a 19 km da SE Janaúba 6 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 13,4) (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 5: Curto a 19,5 km da SE Janaúba 6 vão adjacente a troca (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 6: Curto no meio da LT a 110,3 km da SE Janaúba 6 – Capelinha 3 (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 7: Curto a 200,8 km da SE Janaúba 6 vão adjacente a troca (3/8 EAR + OPGW 13,4)



Caso 8: Curto a 201,3 km da SE Janaúba 6
Troca de Para Raios
(DOTTEREL + OPGW 13,4)
(3/8 EAR + OPGW 13,4)

Caso 9: Curto a 214,8 km da SE Janaúba 6
vão adjacente a troca
(DOTTEREL + OPGW 13,4)

Caso 10: Curto a 215,3 km da SE Janaúba 6
Troca de Para Raios
(DOTTEREL + OPGW 14,9)
(DOTTEREL + OPGW 13,4)

Caso 11: Curto a 0,1 km da SE Capelinha 3
(DOTTEREL + OPGW 14,9)

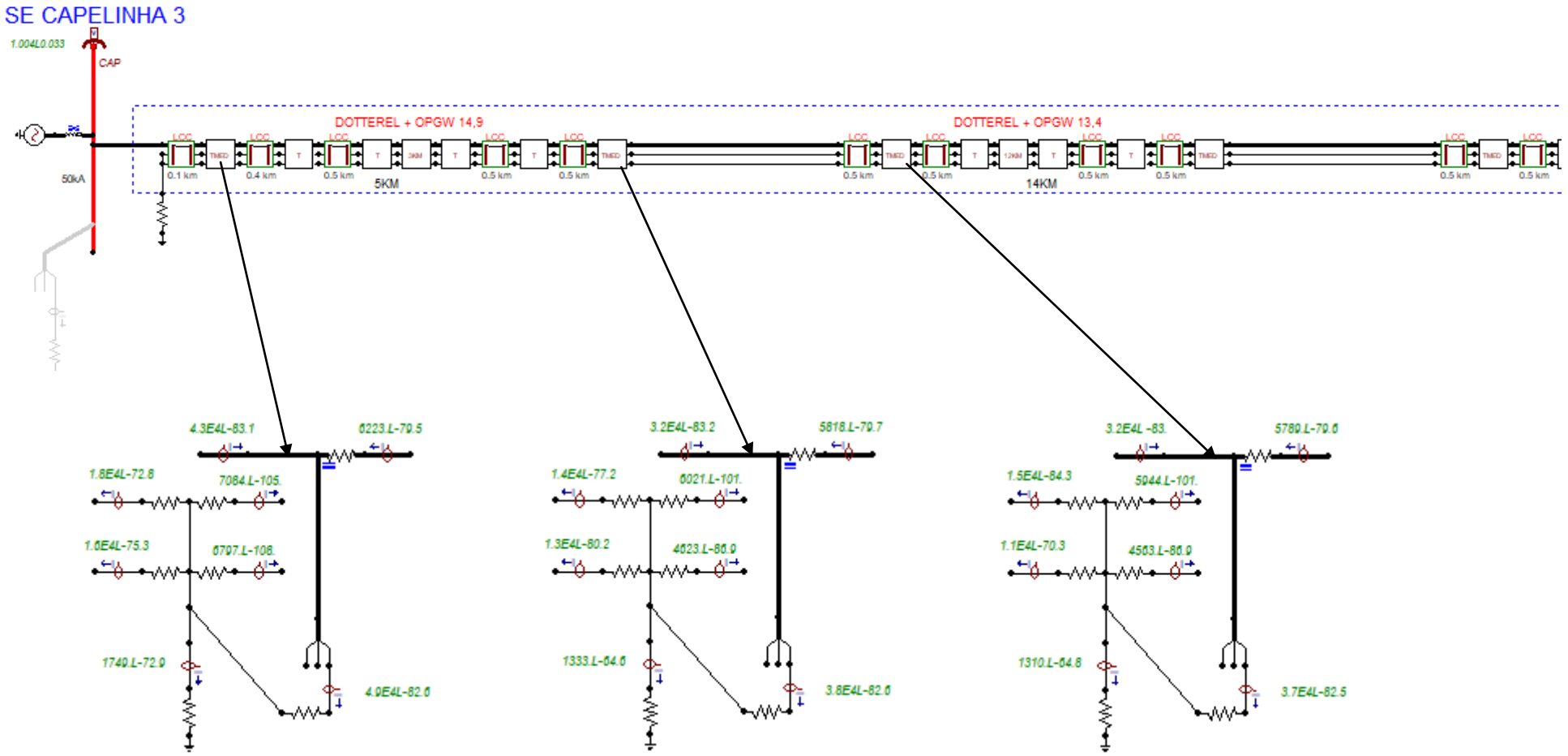
- LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 (considerado na modelagem 135 km)

D - DISTANCIA DO PONTO DE FALTA A SE 1 (KM)
I - CORRENTE DE CC TOTAL (kA)
I1 - CONTRIBUICAO DA SE CAPELINHA 3 (kA)
I2 - CONTRIBUICAO DA SE GOV.VALADARES 6 (kA)
IE - CORRENTE QUE DESCE PELA ESTRUTURA ONDE HOUVE O CURTO (kA)
IV1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE CAPELINHA 3 NO CABO PARA-RAIOS V (kA)
IV2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE GOV.VALADARES6 NO CABO PARA-RAIOS V (kA)
IW1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE CAPELINHA 3 NO CABO PARA-RAIOS W (kA)
IW2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE GOV.VALADARES 6 NO CABO PARA-RAIOS W (KA)

TERMINAIS	APÓS 19 KM
DOTTEREL	AÇO 3/8 EAR
OPGW 14,9	AÇO 3/8 EAR
DOTTEREL	OPGW 13,4
OPGW 13,4	OPGW 13,4

	CASO	Local do defeito (km) Distância entre SE CAPELINHA 3 e Local da Falta	I	I1	I2	IE	IV1	IW1	IV2	IW2
DOTTEREL + OPGW 14,9	1	0,1	48,80	42,58	6,22	1,75	18,47	16,29	7,08	6,80
	2	5,0	38,29	32,48	5,82	1,33	14,20	12,59	6,02	4,62
DOTTEREL + OPGW 13,4	3	5,5	37,47	31,68	5,79	1,31	15,23	11,07	5,94	4,65
	4	19,0	24,44	19,33	5,46	1,05	10,18	7,51	1,08	5,00
ACO 3/8 + OPGW13,4	5	19,5	24,03	18,60	5,44	1,16	3,12	14,38	1,12	5,11
	6	67,5	14,56	7,28	7,28	1,02	1,25	5,77	1,25	5,77
	7	115,5	23,03	5,44	18,60	1,16	1,12	5,11	3,12	14,38
DOTTERE + OPGW13,4	8	116,0	24,44	5,46	19,33	1,05	1,08	5,00	10,18	7,51
	9	129,5	37,47	5,79	31,68	1,31	5,94	4,65	15,23	11,07
DOTTEREL + OPGW 14,9	10	130,0	38,29	5,82	32,48	1,33	6,02	4,62	14,20	12,59
	11	134,9	48,80	6,22	42,58	1,75	7,08	6,80	18,47	16,29

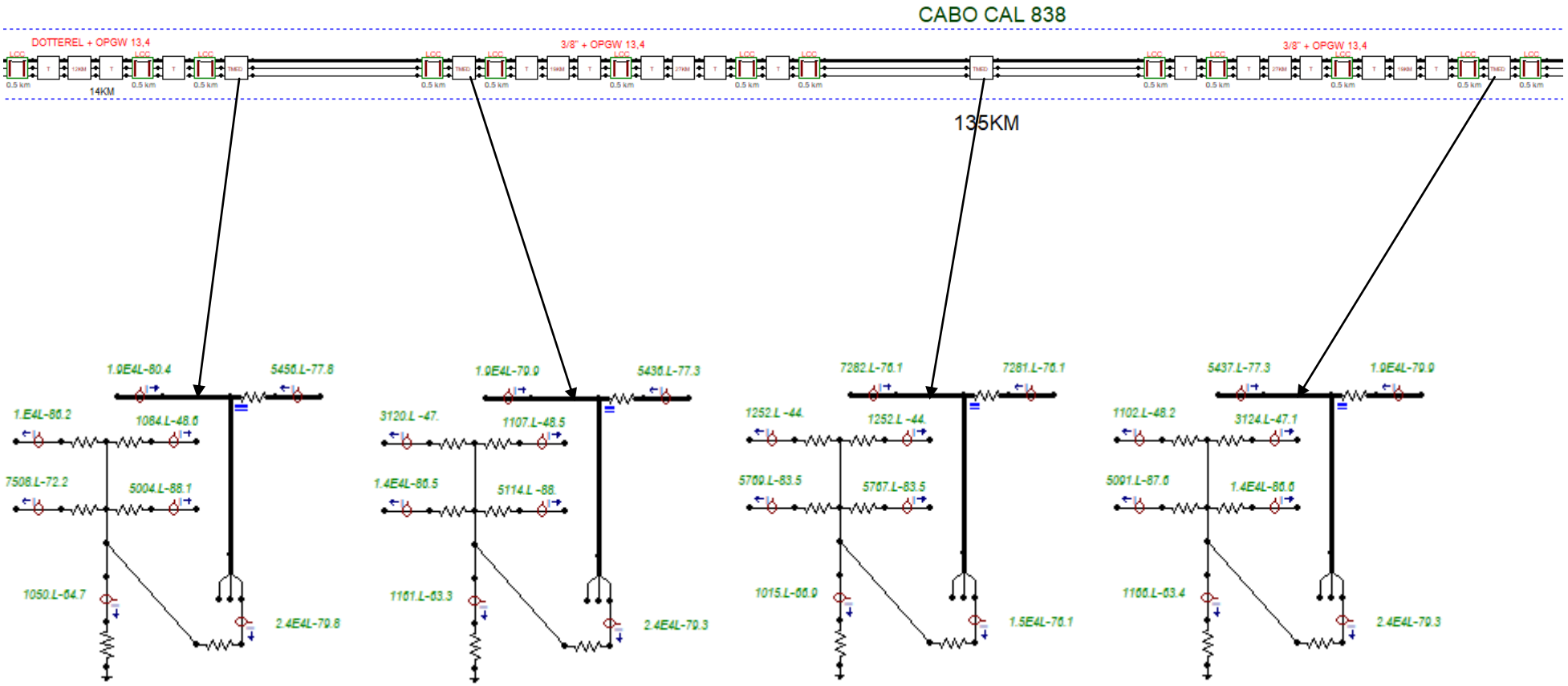
Apresentação Geral da modelagem ilustrativa



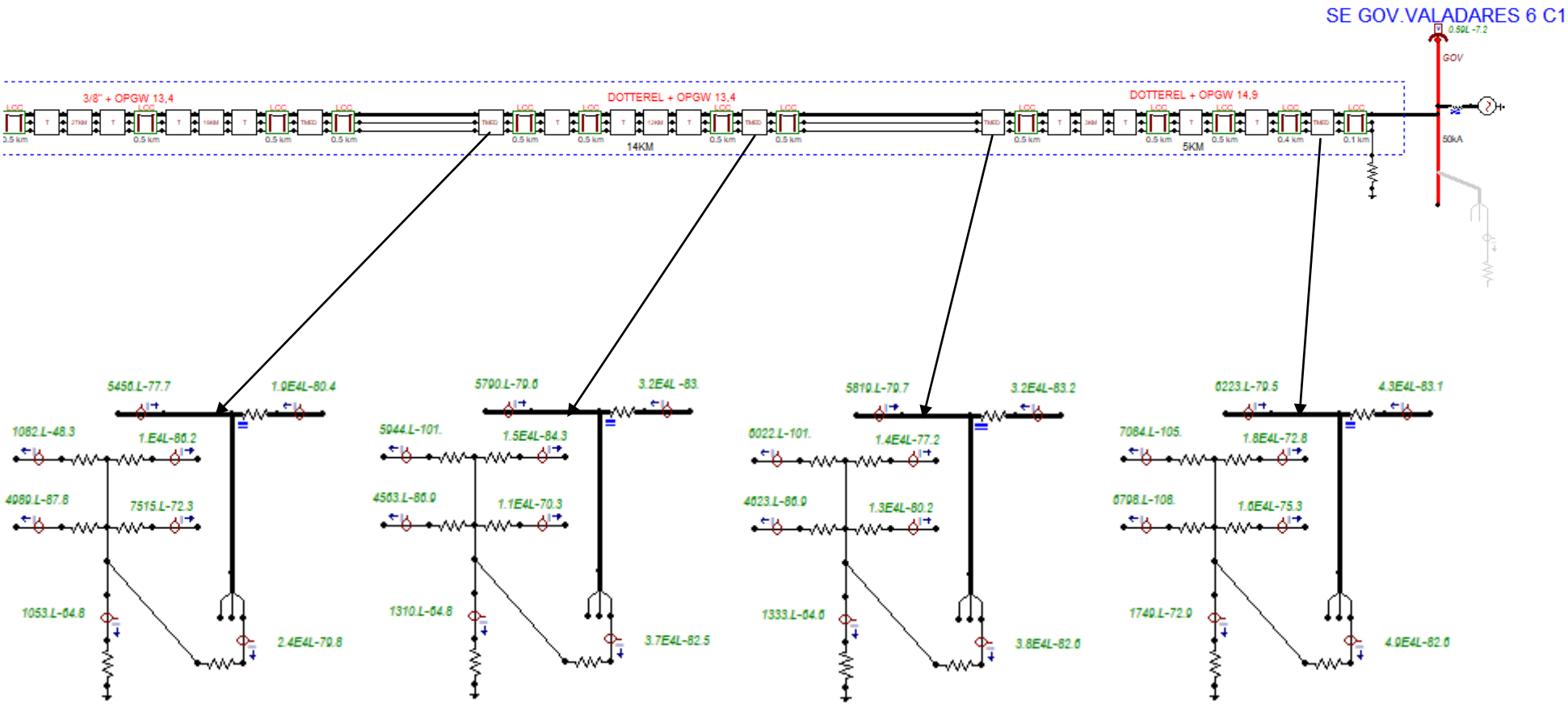
Caso 1: Curto a 0,1 km da SE Capelinha 3 (DOTTEREL + OPGW 14,9)

Caso 2: Curto a 5 km da SE Capelinha 3 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 14,9) (DOTTEREL + OPGW 13,4)

Caso 3: Curto a 5,5 km da SE Capelinha 3 vão adjacente a troca (DOTTEREL + OPGW 13,4)



Caso 4: Curto a 19 km da SE Capelinha 3 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 13,4) (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 5: Curto a 19,5 km da SE Capelinha 3 vão adjacente a troca (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 6: Curto no meio da LT a 67.5 km da SE Capelinha 3 – Gov.Valadares 6 (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 7: Curto a 115,5 km da SE Capelinha 3 vão adjacente a troca (3/8 EAR + OPGW 13,4)



Caso 8: Curto a 116 km da SE Capelinha 3 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 13,4) (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 9: Curto a 129,5 km da SE Capelinha 3 vão adjacente a troca (DOTTEREL + OPGW 13,4)	Caso 10: Curto a 130 km da SE Capelinha 3 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 15,6) (DOTTEREL + OPGW 13,4)	Caso 11: Curto a 0,1 km da SE Gov.Valadares 6 (DOTTEREL + OPGW 15,6)

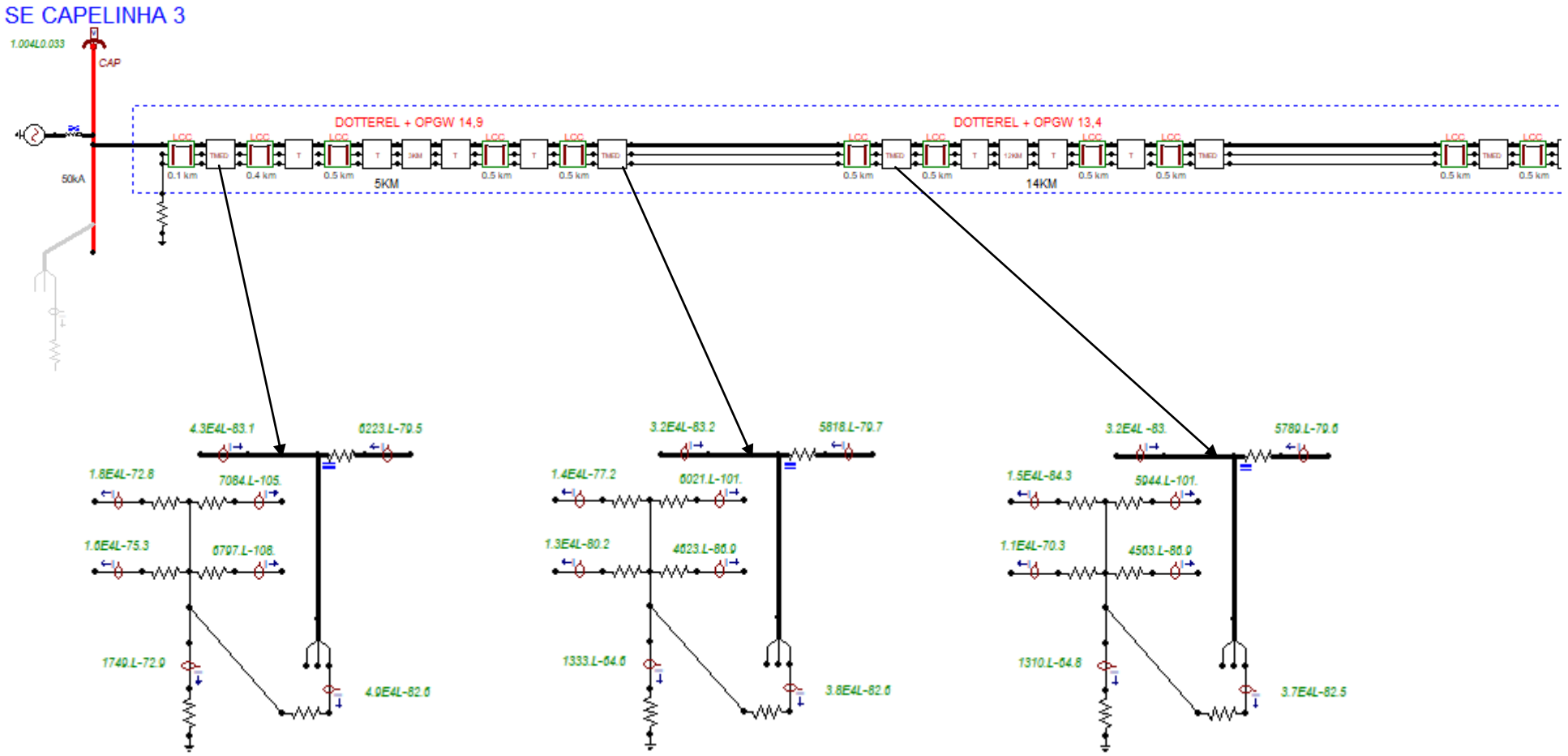
LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C2 (considerado na modelagem 135 km)

D - DISTANCIA DO PONTO DE FALTA A SE 1 (KM)
I - CORRENTE DE CC TOTAL (kA)
I1 - CONTRIBUICAO DA SE CAPELINHA 3 (kA)
I2 - CONTRIBUICAO DA SE GOV.VALADARES 6 (kA)
IE - CORRENTE QUE DESCE PELA ESTRUTURA ONDE HOUVE O CURTO (kA)
IV1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE CAPELINHA 3 NO CABO PARA-RAIOS V (kA)
IV2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE GOV.VALADARES6 NO CABO PARA-RAIOS V (kA)
IW1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE CAPELINHA 3 NO CABO PARA-RAIOS W (kA)
IW2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE GOV.VALADARES 6 NO CABO PARA-RAIOS W (KA)

TERMINAIS	APÓS 19 KM
DOTTEREL	AÇO 3/8 EAR
OPGW 14,9	AÇO 3/8 EAR
DOTTEREL	OPGW 13,4
OPGW 13,4	OPGW 13,4

	CASO	Local do defeito (km) Distância entre SE CAPELINHA 3 e Local da Falta	I	I1	I2	IE	IV1	IW1	IV2	IW2
DOTTEREL + OPGW 14,9	1	0,1	48,80	42,58	6,22	1,75	18,47	16,29	7,08	6,80
	2	5,0	38,29	32,48	5,82	1,33	14,20	12,59	6,02	4,62
DOTTEREL + OPGW 13,4	3	5,5	37,47	31,68	5,79	1,31	15,23	11,07	5,94	4,65
	4	19,0	24,44	19,33	5,46	1,05	10,18	7,51	1,08	5,00
ACO 3/8 + OPGW13,4	5	19,5	24,03	18,60	5,44	1,16	3,12	14,38	1,12	5,11
	6	67,5	14,56	7,28	7,28	1,02	1,25	5,77	1,25	5,77
	7	115,5	23,03	5,44	18,60	1,16	1,12	5,11	3,12	14,38
DOTTERE + OPGW13,4	8	116,0	24,44	5,46	19,33	1,05	1,08	5,00	10,18	7,51
	9	129,5	37,47	5,79	31,68	1,31	5,94	4,65	15,23	11,07
DOTTEREL + OPGW 14,9	10	130,0	38,29	5,82	32,48	1,33	6,02	4,62	14,20	12,59
	11	134,9	48,80	6,22	42,58	1,75	7,08	6,80	18,47	16,29

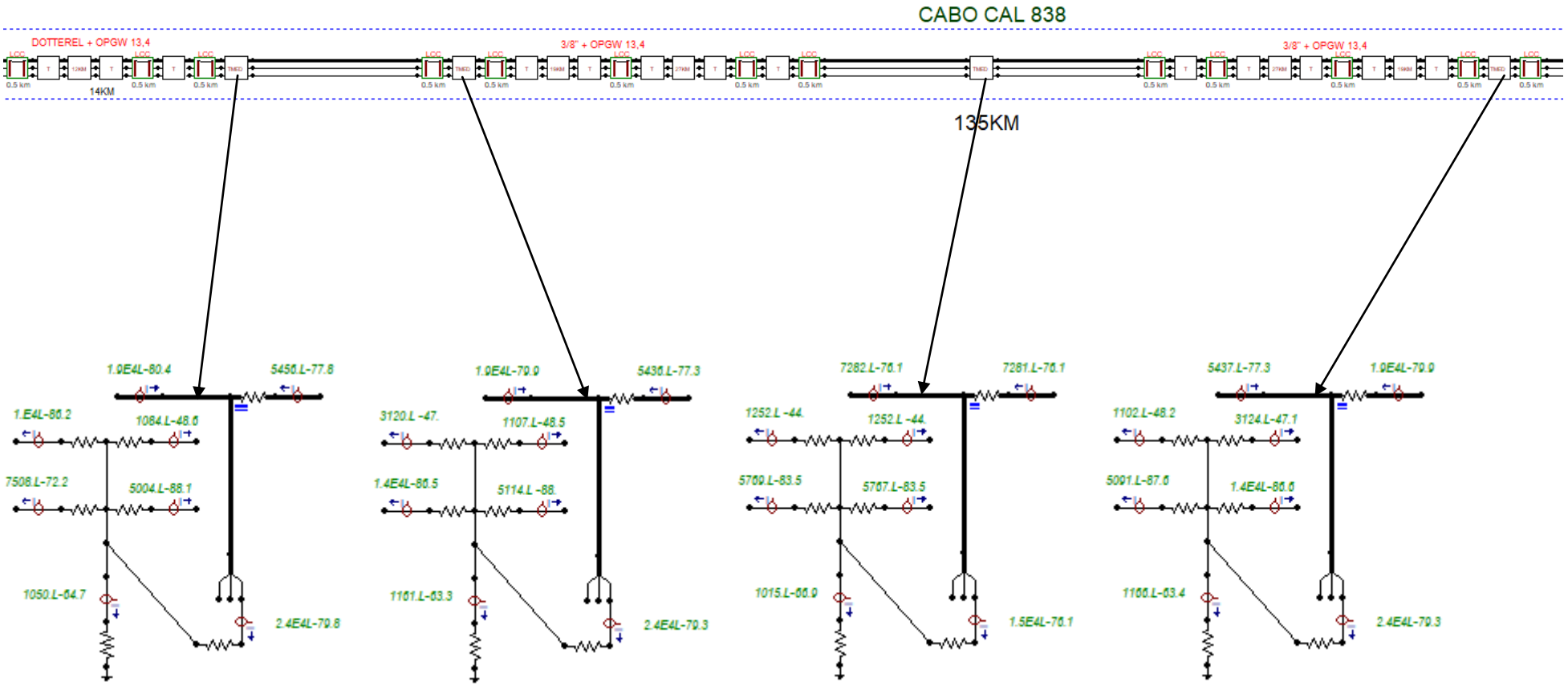
Apresentação Geral da modelagem ilustrativa



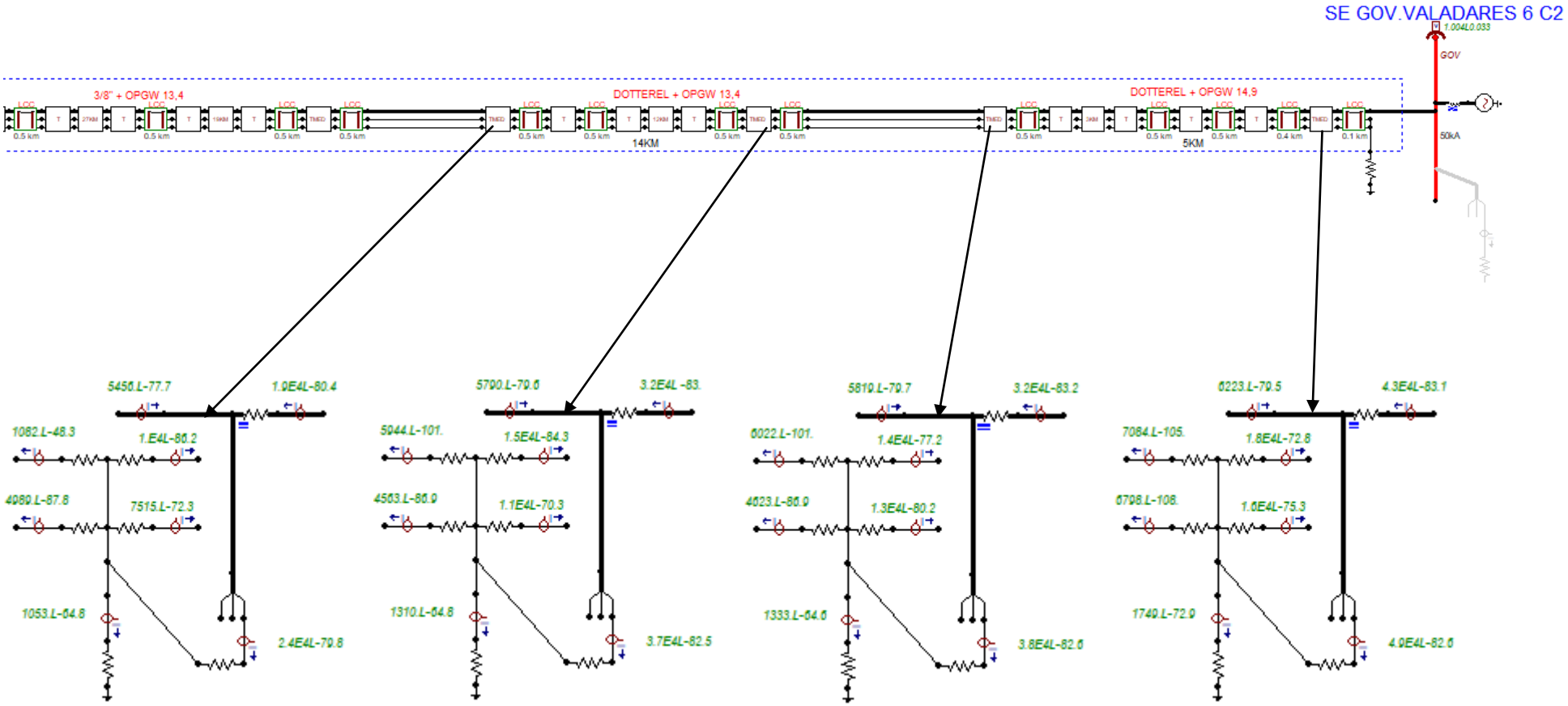
Caso 1: Curto a 0,1 km da SE Capelinha 3 (DOTTEREL + OPGW 14,9)

Caso 2: Curto a 5 km da SE Capelinha 3 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 14,9) (DOTTEREL + OPGW 13,4)

Caso 3: Curto a 5,5 km da SE Capelinha 3 vão adjacente a troca (DOTTEREL + OPGW 13,4)



Caso 4: Curto a 19 km da SE Capelinha 3 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 13,4) (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 5: Curto a 19,5 km da SE Capelinha 3 vão adjacente a troca (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 6: Curto no meio da LT a 67.5 km da SE Capelinha 3 – Gov.Valadares 6 (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 7: Curto a 115,5 km da SE Capelinha 3 vão adjacente a troca (3/8 EAR + OPGW 13,4)



Caso 8: Curto a 116 km da SE Capelinha 3 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 13,4) (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 9: Curto a 129,5 km da SE Capelinha 3 vão adjacente a troca (DOTTEREL + OPGW 13,4)	Caso 10: Curto a 130 km da SE Capelinha 3 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 14,9) (DOTTEREL + OPGW 13,4)	Caso 11: Curto a 0,1 km da SE Gov.Valadares 6 (DOTTEREL + OPGW 14,9)

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C2 (considerado na modelagem 77 km)

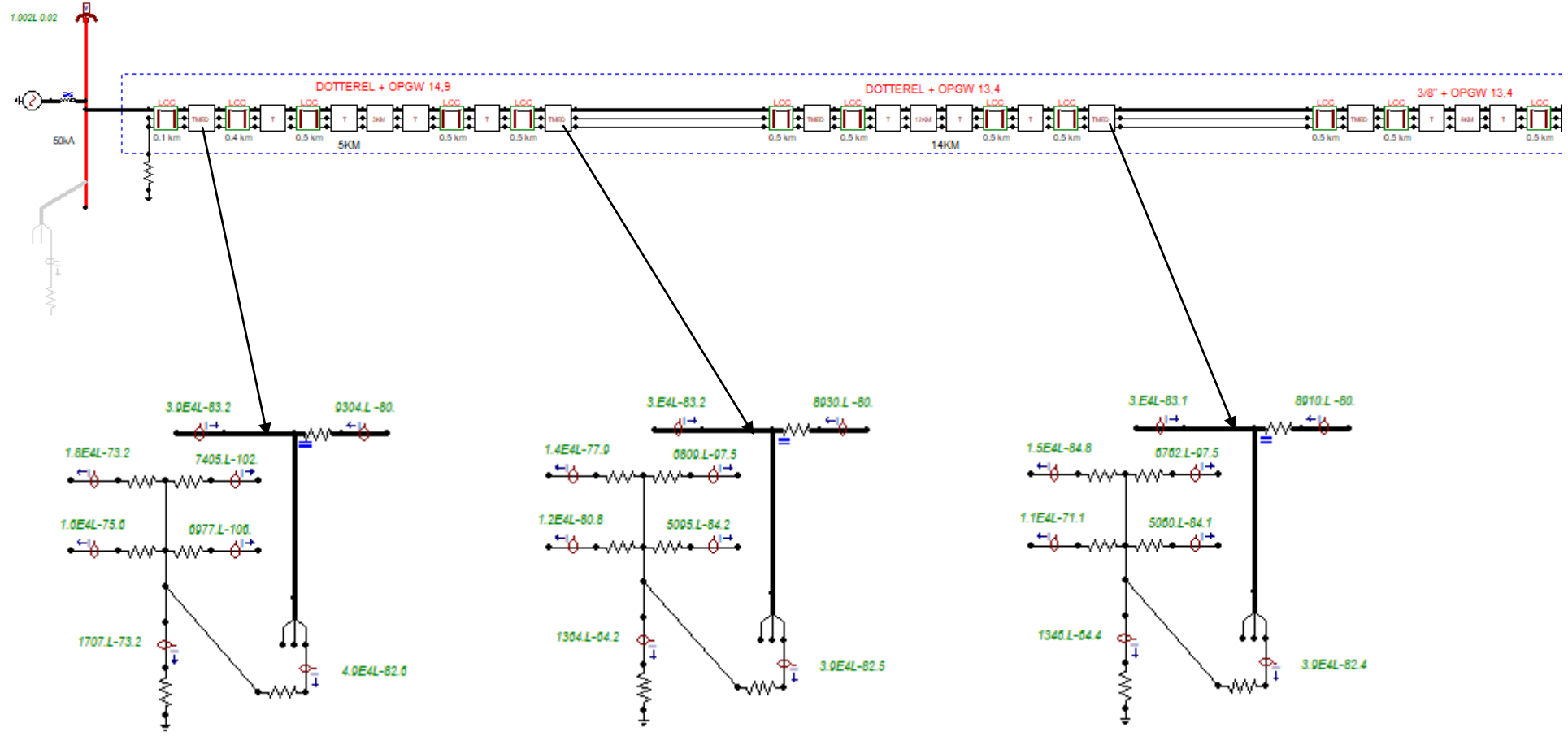
D - DISTANCIA DO PONTO DE FALTA A SE 1 (KM)
I - CORRENTE DE CC TOTAL (kA)
I1 - CONTRIBUICAO DA SE JOÃO NEIVA 2 (kA)
I2 - CONTRIBUICAO DA SE VIANA 2 (kA)
IE - CORRENTE QUE DESCE PELA ESTRUTURA ONDE HOUVE O CURTO (kA)
IV1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE JOÃO NEIVA 2 NO CABO PARA-RAIOS V (kA)
IV2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE VIANA 2 NO CABO PARA-RAIOS V (kA)
IW1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE JOÃO NEIVA 2 NO CABO PARA-RAIOS W (kA)
IW2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE VIANA 2 NO CABO PARA-RAIOS W (KA)

TERMINAIS	APÓS 19 KM
DOTTEREL	AÇO 3/8 EAR
OPGW 14,9	AÇO 3/8 EAR
DOTTEREL	OPGW 13,4
OPGW 13,4	OPGW 13,4

	CASO	Local do defeito (km) Distância entre SE JOÃO NEIVA e Local da Falta	I	I1	I2	IE	IV1	IW1	IV2	IW2
DOTTEREL + OPGW 14,9	1	0,1	48,64	39,35	9,30	1,71	17,99	15,97	7,41	6,98
	2	5,0	39,36	30,44	8,93	1,36	13,98	12,47	6,81	5,10
DOTTEREL + OPGW 13,4	3	5,5	38,63	29,73	8,91	1,35	15,05	10,93	6,76	5,06
	4	19,0	27,30	18,25	9,06	1,13	10,34	7,61	1,56	7,14
ACO 3/8 + OPGW13,4	5	19,5	26,96	17,89	9,07	1,21	3,12	14,40	1,64	7,55
	6	67,5	22,70	11,35	11,35	1,33	1,97	9,10	1,97	9,10
	7	57,5	26,96	9,07	17,89	1,21	1,64	7,55	3,12	14,40
DOTTERE + OPGW13,4	8	58,0	27,30	9,06	18,25	1,13	1,56	7,14	10,34	7,61
	9	71,5	38,63	8,91	29,73	1,35	5,06	6,76	15,05	10,93
DOTTEREL + OPGW 14,9	10	72,0	39,36	8,93	30,44	1,36	6,81	5,10	13,98	12,59
	11	76,9	48,64	9,30	39,35	1,71	7,41	6,98	17,99	15,97

Apresentação Geral da modelagem ilustrativa

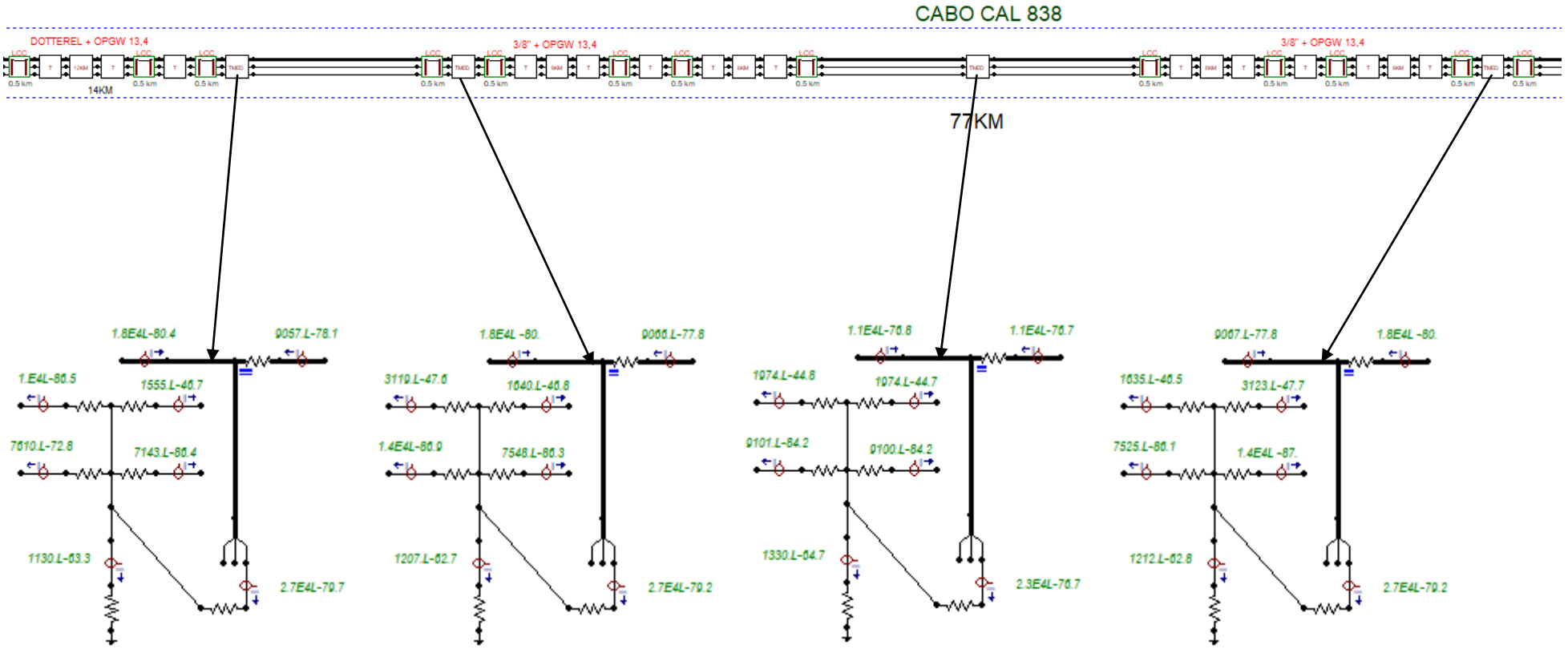
SE JOÃO NEIVA 2



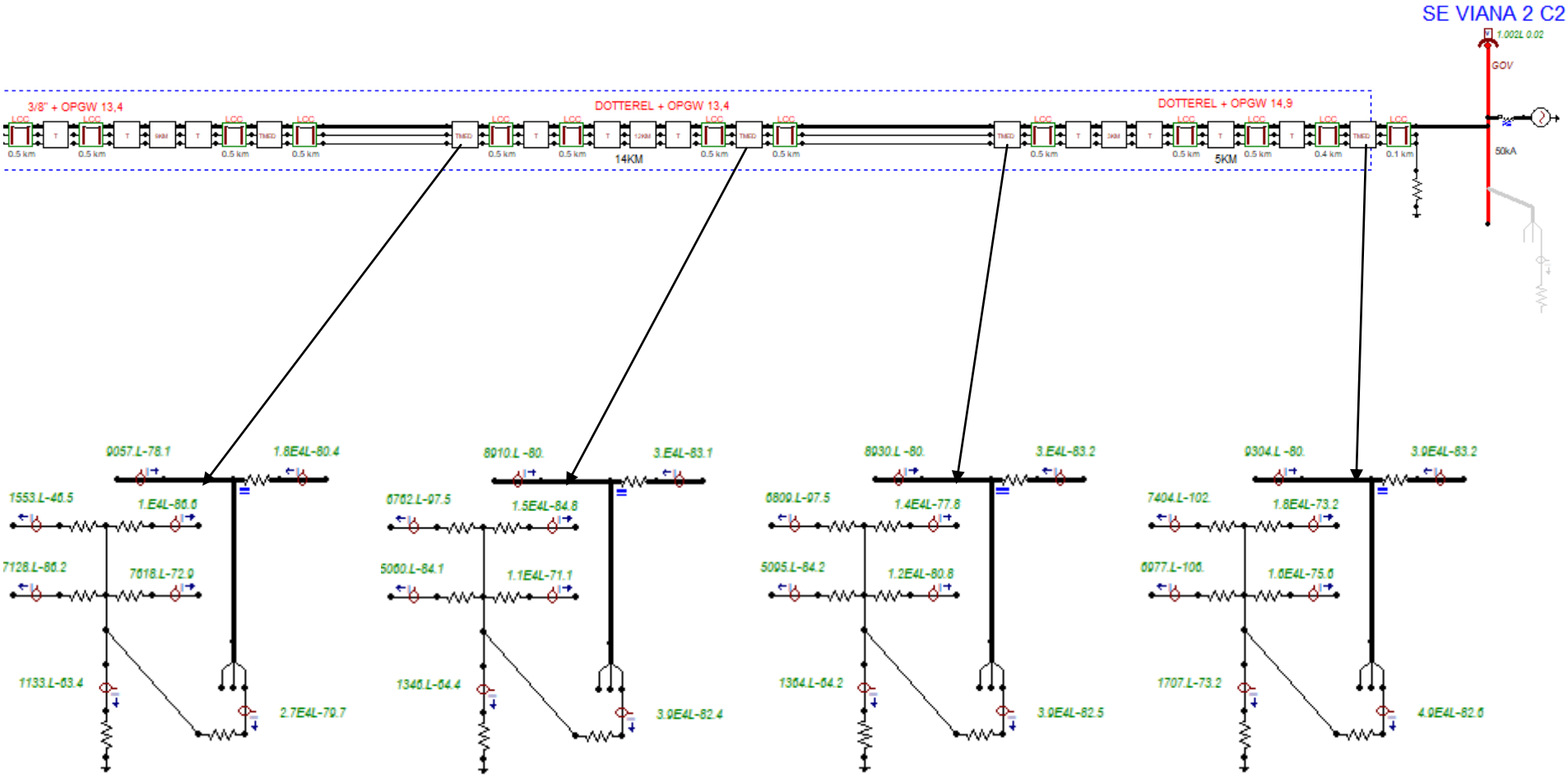
Caso 1: Curto a 0,1 km da SE João Neiva 2 (DOTTEREL + OPGW 14,9)

Caso 2: Curto a 5 km da SE João Neiva 2 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 14,9) (DOTTEREL + OPGW 13,4)

Caso 3: Curto a 5,5 km da SE João Neiva 2 vão adjacente a troca (DOTTEREL + OPGW 13,4)



Caso 4: Curto a 19 km da SE João Neiva 2 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 13,4) (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 5: Curto a 19,5 km da SE João Neiva 2 vão adjacente a troca (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 6: Curto no meio da LT a 38.5 km da SE João Neiva 2– Viana 2 (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 7: Curto a 57,5 km da SE João Neiva 2 vão adjacente a troca (3/8 EAR + OPGW 13,4)



Caso 8: Curto a 58 km da SE João Neiva 2 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 13,4) (3/8 EAR + OPGW 13,4)	Caso 9: Curto a 71,5 km da SE João Neiva 2 vão adjacente a troca (DOTTEREL + OPGW 13,4)	Caso 10: Curto a 72 km da SE João Neiva 2 Troca de Para Raios (DOTTEREL + OPGW 14,9) (DOTTEREL + OPGW 13,4)	Caso 11: Curto a 0,1 km da SE Viana 2 (DOTTEREL + OPGW 14,9)

- LT 345kV Viana 2– Viana C3 (considerado na modelagem 7,5 km)

D - DISTANCIA DO PONTO DE FALTA A SE 1 (KM)

I - CORRENTE DE CC TOTAL (kA)

I1 - CONTRIBUICAO DA SE VIANA 2 (kA)

I2 - CONTRIBUICAO DA SE VIANA(kA)

IE - CORRENTE QUE DESCE PELA ESTRUTURA ONDE HOUVE O CURTO (kA)

IV1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE VIANA 2 NO CABO PARA-RAIOS V (kA)

IV2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE VIANA NO CABO PARA-RAIOS V (kA)

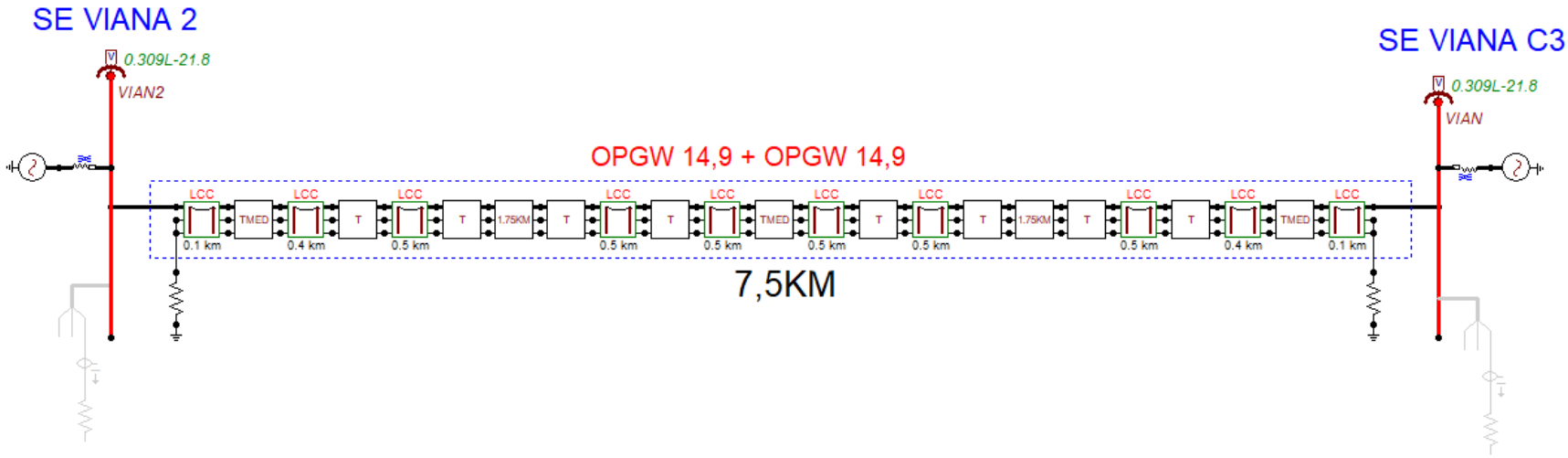
IW1 - CORRENTE EM DIRECAO A SE VIANA 2 NO CABO PARA-RAIOS W (kA)

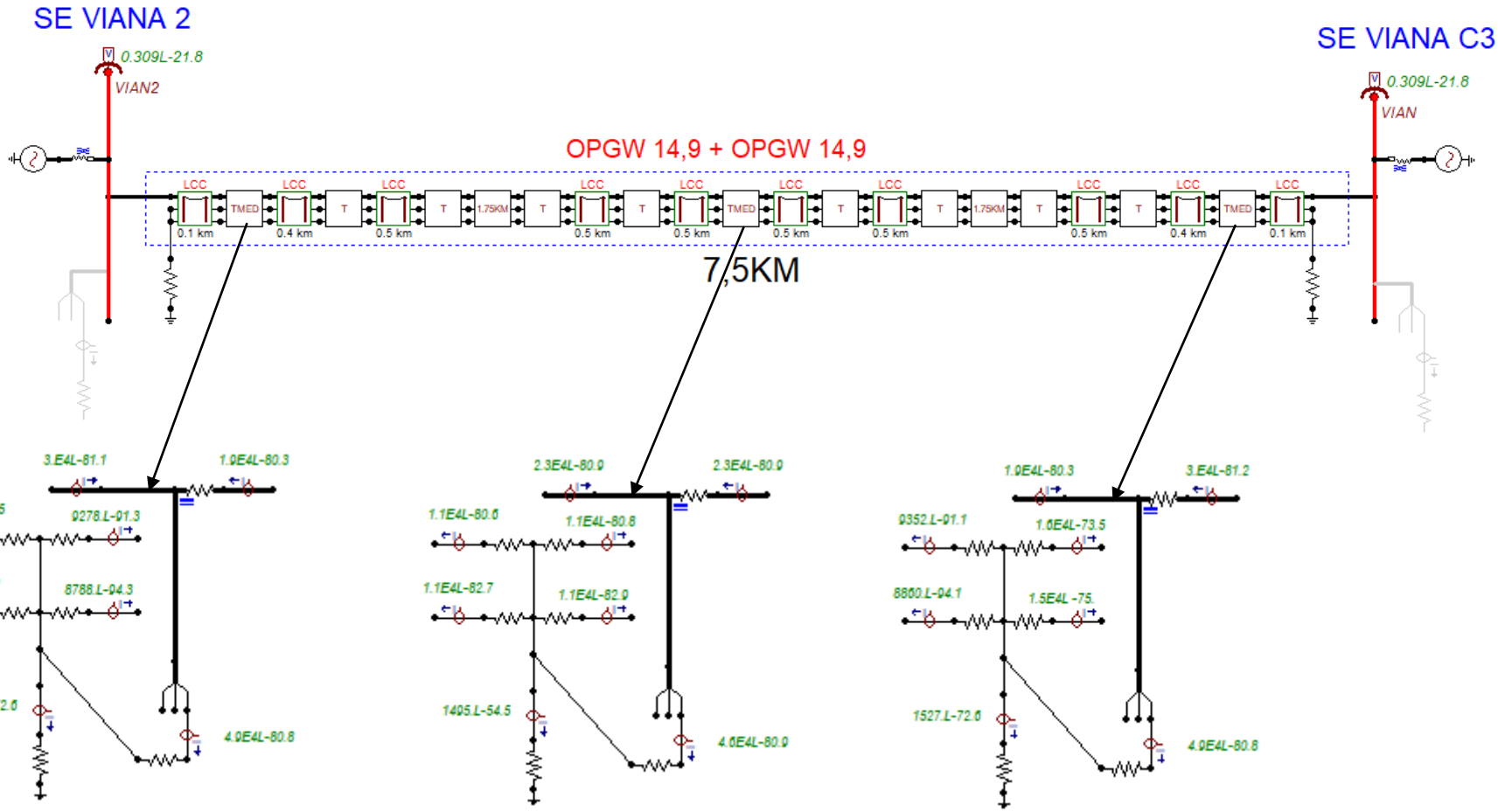
IW2 - CORRENTE EM DIRECAO A SE VIANA NO CABO PARA-RAIOS W (KA)

TERMINAIS	TERMINAIS
OPGW 14,9	OPGW 14,9
OPGW 14,9	OPGW 14,9
OPGW 14,9	OPGW 14,9
OPGW 14,9	OPGW 14,9

	CASO	Local do defeito (km) Distância entre SE VIANA 2 e Local da Falta	I	I1	I2	IE	IV1	IW1	IV2	IW2
OPGW 14,9+ OPGW 14,9	1	0,1	49,42	30,31	19,11	1,53	15,67	14,77	9,28	8,79
	2	3,75	45,66	22,83	22,83	1,50	11,45	10,80	11,37	10,72
	3	7,4	49,42	19,11	30,31	1,53	9,28	8,79	15,67	14,77

Apresentação Geral da modelagem ilustrativa



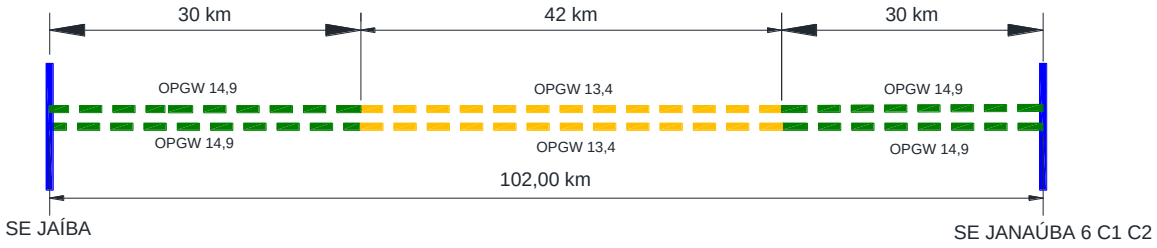


Caso 1: Curto a 0,1 km da SE Viana 2 (OPGW 14,9 + OPGW 14,9)

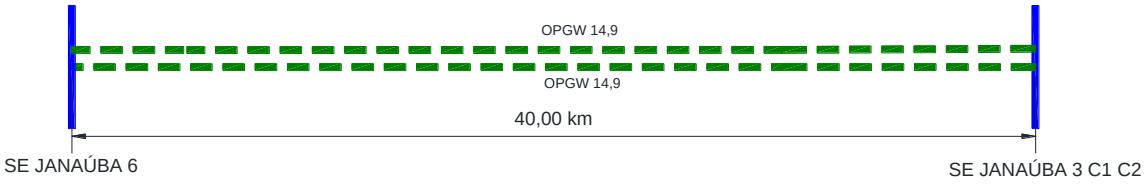
Caso 2: Curto no meio da LT a 3,75 km da SE Viana 2 – Viana (OPGW 14,9 + OPGW 14,9)

Caso 3: Curto a 0,1 km da SE Viana (OPGW 14,9 + OPGW 14,9)

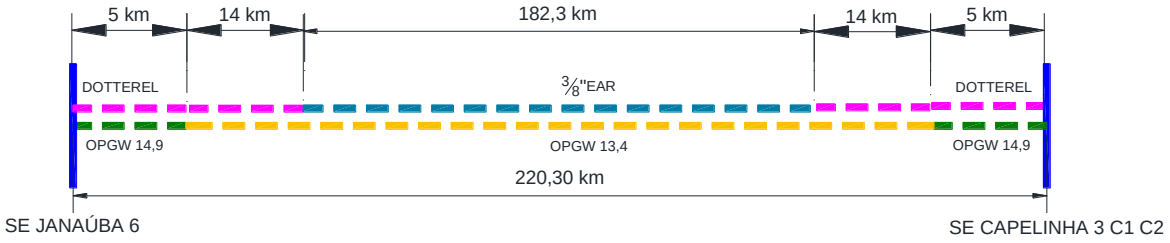
ANEXO 4 – ESQUEMA DE TROCA DE PARA RAIOS



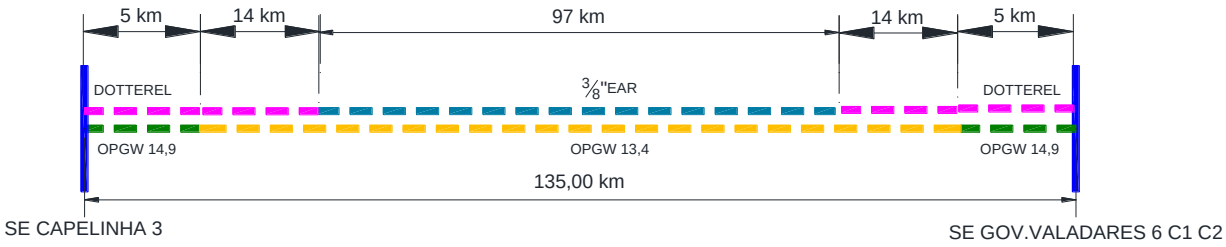
LT 500 KV Jaíba – Janúba 6 C1 e C2



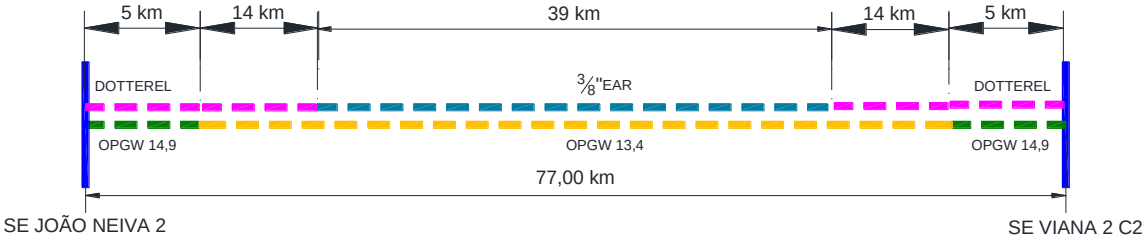
LT 500 KV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2



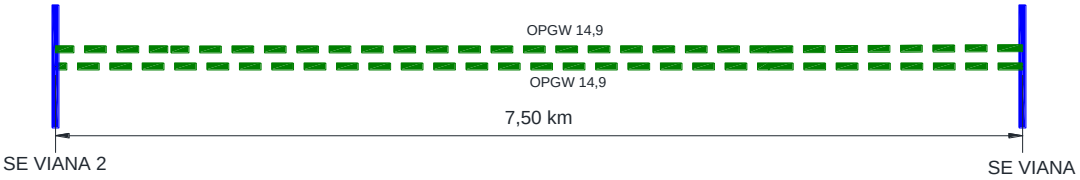
LT 500 KV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2



LT 500 KV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2



LT 500 KV João Neiva 2 – Viana 2



LT 345 KV Viana 2 – Viana

ANEXO 5 – PERDAS – LT

```
*******************************************************************************
* PROGRAMA PERDAS-LT VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.              PAGINA -  1*
* LT's  500  KV  JÁÍBA  -  JANAÚBA  6  C1  C2          2  X  OPGW  14,9          26- 08-2022*
*******************************************************************************

FREQUÊNCIA                          =  60.0 Hz
 RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO      =1000.0 ohms.m
 EXTENSÃO DA LT                      =   1.0 km
 NÚMERO DE CABO(S) PÁRA-RAIOS        =    2
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS X    = 0.3200   ohms/km
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS Y    = 0.3200   ohms/km
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS X            = 0.004900 m
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS Y            = 0.004900 m


 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS X:  -10.70000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS X:   35.16000 m
 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   10.70000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   35.16000 m


 CIRCUITO DUPLO   TRIFÁSICO

 ABSCISSA  FASE A1          :   -7.00000 m
 ORDENADA  FASE A1          :   18.32000 m
 ABSCISSA  FASE B1          :  -13.50000 m
 ORDENADA  FASE B1          :   18.32000 m
 ABSCISSA  FASE C1          :   -7.00000 m
 ORDENADA  FASE C1          :   29.62000 m
 ABSCISSA  FASE A2          :    7.00000 m
 ORDENADA  FASE A2          :   18.32000 m
 ABSCISSA  FASE B2          :   13.50000 m
 ORDENADA  FASE B2          :   18.32000 m
 ABSCISSA  FASE C2          :    7.00000 m
 ORDENADA  FASE C2          :   29.62000 m


 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS X      = 17.24 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS X      = 17.07 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS X      =  6.66 m
 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS Y      = 24.43 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS Y      = 29.48 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS Y      = 18.55 m
 DISTÂNCIA FASE A2 - PÁRA-RAIOS X      = 24.43 m
 DISTÂNCIA FASE B2 - PÁRA-RAIOS X      = 29.48 m
 DISTÂNCIA FASE C2 - PÁRA-RAIOS X      = 18.55 m
 DISTÂNCIA FASE A2 - PÁRA-RAIOS Y      = 17.24 m
 DISTÂNCIA FASE B2 - PÁRA-RAIOS Y      = 17.07 m
 DISTÂNCIA FASE C2 - PÁRA-RAIOS Y      =  6.66 m
 DISTÂNCIA ENTRE CABOS PÁRA-RAIOS X E Y= 21.40 m


 LINHA     TRANSPOSTA


 TRECHO 1:

 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3808 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3815 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.4525 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3545 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3403 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3753 ohms/km
```

```
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3753 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3403 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3545 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.4525 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3815 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3808 ohms/km


TRECHO 2:

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3815 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.4525 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3808 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3403 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3753 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3545 ohms/km


IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3545 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3753 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3403 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3808 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.4525 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3815 ohms/km


TRECHO 3:

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.4525 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3808 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3815 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3753 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3545 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3403 ohms/km


IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3403 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3545 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3753 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3815 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3808 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.4525 ohms/km


IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS X       =    0.3793 +J     0.9966 ohms/km
IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS Y       =    0.3793 +J     0.9966 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA PÁRA-RAIOS X e Y     =    0.0593 +J     0.3645 ohms/km


CORRENTE NA FASE A                    =   4000.0 A   90.00 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 1=    277.3 A -129.63 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 2=    275.7 A    3.01 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 3=    222.1 A  116.31 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 1=    320.7 A  117.78 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 2=    297.8 A  -26.15 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 3=    192.7 A -127.67 Graus


PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO X      =     21.57 kW
PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO Y      =     24.39 kW
PERDA  JOULE TOTAL                    =     45.96 kW
```

```
********************************************************************************
* PROGRAMA PERDAS-LT VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.              PAGINA -  1*
* LT 500 KV JÁÍBA - JANAÚBA 6 C1 C2      2 X OPGW 13,4                    26- 08-2022*
********************************************************************************

FREQUÊNCIA                          =  60.0 Hz
 RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO      =1000.0 ohms.m
 EXTENSÃO DA LT                      =   1.0 km
 NÚMERO DE CABO(S) PÁRA-RAIOS        =    2
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS X    = 0.6200   ohms/km
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS Y    = 0.6200   ohms/km
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS X            = 0.004000 m
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS Y            = 0.004000 m


 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS X:  -10.70000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS X:   35.16000 m
 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   10.70000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   35.16000 m


 CIRCUITO DUPLO   TRIFÁSICO

 ABSCISSA  FASE A1          :   -7.00000 m
 ORDENADA  FASE A1          :   18.32000 m
 ABSCISSA  FASE B1          :  -13.50000 m
 ORDENADA  FASE B1          :   18.32000 m
 ABSCISSA  FASE C1          :   -7.00000 m
 ORDENADA  FASE C1          :   29.62000 m
 ABSCISSA  FASE A2          :    7.00000 m
 ORDENADA  FASE A2          :   18.32000 m
 ABSCISSA  FASE B2          :   13.50000 m
 ORDENADA  FASE B2          :   18.32000 m
 ABSCISSA  FASE C2          :    7.00000 m
 ORDENADA  FASE C2          :   29.62000 m


 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS X      = 17.24 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS X      = 17.07 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS X      =  6.66 m
 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS Y      = 24.43 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS Y      = 29.48 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS Y      = 18.55 m
 DISTÂNCIA FASE A2 - PÁRA-RAIOS X      = 24.43 m
 DISTÂNCIA FASE B2 - PÁRA-RAIOS X      = 29.48 m
 DISTÂNCIA FASE C2 - PÁRA-RAIOS X      = 18.55 m
 DISTÂNCIA FASE A2 - PÁRA-RAIOS Y      = 17.24 m
 DISTÂNCIA FASE B2 - PÁRA-RAIOS Y      = 17.07 m
 DISTÂNCIA FASE C2 - PÁRA-RAIOS Y      =  6.66 m
 DISTÂNCIA ENTRE CABOS PÁRA-RAIOS X E Y= 21.40 m


 LINHA     TRANSPOSTA


 TRECHO 1:

 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3808 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3815 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.4525 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3545 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3403 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3753 ohms/km
```

```
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3753 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3403 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3545 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.4525 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3815 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3808 ohms/km


TRECHO 2:

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3815 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.4525 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3808 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3403 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3753 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3545 ohms/km


IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3545 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3753 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3403 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3808 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.4525 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3815 ohms/km


TRECHO 3:

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.4525 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3808 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3815 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3753 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3545 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3403 ohms/km


IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3403 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3545 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3753 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3815 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3808 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.4525 ohms/km


IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS X       =    0.6793 +J     1.0119 ohms/km
IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS Y       =    0.6793 +J     1.0119 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA PÁRA-RAIOS X e Y     =    0.0593 +J     0.3645 ohms/km


CORRENTE NA FASE A                    =   4000.0 A   90.00 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 1=    214.4 A -119.60 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 2=    245.0 A   11.33 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 3=    192.8 A  134.16 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 1=    279.7 A  135.53 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 2=    275.2 A  -13.43 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 3=    148.5 A -117.28 Graus


PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO X      =     29.58 kW
PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO Y      =     36.37 kW
PERDA  JOULE TOTAL                    =     65.95 kW
```

```
*******************************************************************************
* PROGRAMA PERDAS-LT VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.              PAGINA -  1*
* LT 500 KV JANAÚBA 6 - JANAÚBA 3 C1 C2    2 X OPGW 14,9                  26- 08-2022*
*******************************************************************************

FREQUÊNCIA                          =  60.0 Hz
 RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO      =1000.0 ohms.m
 EXTENSÃO DA LT                      =   1.0 km
 NÚMERO DE CABO(S) PÁRA-RAIOS        =    2
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS X    = 0.3200   ohms/km
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS Y    = 0.3200   ohms/km
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS X            = 0.004900 m
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS Y            = 0.004900 m


 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS X:  -10.70000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS X:   35.16000 m
 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   10.70000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   35.16000 m


 CIRCUITO DUPLO   TRIFÁSICO

 ABSCISSA  FASE A1          :   -7.00000 m
 ORDENADA  FASE A1          :   18.32000 m
 ABSCISSA  FASE B1          :  -13.50000 m
 ORDENADA  FASE B1          :   18.32000 m
 ABSCISSA  FASE C1          :   -7.00000 m
 ORDENADA  FASE C1          :   29.62000 m
 ABSCISSA  FASE A2          :    7.00000 m
 ORDENADA  FASE A2          :   18.32000 m
 ABSCISSA  FASE B2          :   13.50000 m
 ORDENADA  FASE B2          :   18.32000 m
 ABSCISSA  FASE C2          :    7.00000 m
 ORDENADA  FASE C2          :   29.62000 m


 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS X      = 17.24 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS X      = 17.07 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS X      =  6.66 m
 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS Y      = 24.43 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS Y      = 29.48 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS Y      = 18.55 m
 DISTÂNCIA FASE A2 - PÁRA-RAIOS X      = 24.43 m
 DISTÂNCIA FASE B2 - PÁRA-RAIOS X      = 29.48 m
 DISTÂNCIA FASE C2 - PÁRA-RAIOS X      = 18.55 m
 DISTÂNCIA FASE A2 - PÁRA-RAIOS Y      = 17.24 m
 DISTÂNCIA FASE B2 - PÁRA-RAIOS Y      = 17.07 m
 DISTÂNCIA FASE C2 - PÁRA-RAIOS Y      =  6.66 m
 DISTÂNCIA ENTRE CABOS PÁRA-RAIOS X E Y= 21.40 m


 LINHA NÃO TRANSPOSTA:

 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3808 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3815 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.4525 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3545 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3403 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3753 ohms/km


 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A2-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3545 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B2-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3403 ohms/km
```

```
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C2-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3753 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3808 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3815 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C2-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.4525 ohms/km


IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS X       =    0.3793 +J     0.9966 ohms/km
IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS Y       =    0.3793 +J     0.9966 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA PÁRA-RAIOS X e Y     =    0.0593 +J     0.3645 ohms/km


CORRENTE NA FASE A                    =   4000.0 A   90.00 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X         =    279.4 A -138.82 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y         =    279.4 A -138.82 Graus


PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO X      =    29.61 kW
PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO Y      =    29.61 kW
PERDA  JOULE TOTAL                    =    59.21 kW
```

```
********************************************************************************
* PROGRAMA PERDAS-LT VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.              PAGINA -  1*
* LT 500 KV JANAÚBA 6 - CAPELINHA 3 C1 C2  DOTTEREL + OPGW 14,9          26- 08-2022*
********************************************************************************

 FREQUÊNCIA                          =  60.0 Hz
 RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO      =1000.0 ohms.m
 EXTENSÃO DA LT                      =   1.0 km
 NÚMERO DE CABO(S) PÁRA-RAIOS        =    2
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS X    = 0.3221   ohms/km
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS Y    = 0.3200   ohms/km
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS X            = 0.006620 m
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS Y            = 0.004900 m


 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS X:  -15.85000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS X:   30.32000 m
 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   15.85000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   30.32000 m


 CIRCUITO SIMPLES TRIFÁSICO

 ABSCISSA  FASE A1          :   -6.50000 m
 ORDENADA  FASE A1          :   19.52000 m
 ABSCISSA  FASE B1          :    0.00000 m
 ORDENADA  FASE B1          :   20.81000 m
 ABSCISSA  FASE C1          :    6.50000 m
 ORDENADA  FASE C1          :   19.52000 m


 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS X      = 14.29 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS X      = 18.48 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS X      = 24.82 m
 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS Y      = 24.82 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS Y      = 18.48 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS Y      = 14.29 m
 DISTÂNCIA ENTRE CABOS PÁRA-RAIOS X e Y= 31.70 m


 LINHA     TRANSPOSTA


 TRECHO 1:

 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3950 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3755 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3533 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3533 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3755 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3950 ohms/km


 TRECHO 2:

 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3755 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3533 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3950 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3755 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3950 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3533 ohms/km
```

TRECHO 3:

```
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3533 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3950 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3755 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3950 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3533 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3755 ohms/km


IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS X       =    0.3814 +J     0.9739 ohms/km
IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS Y       =    0.3793 +J     0.9966 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA PÁRA-RAIOS X e Y     =    0.0593 +J     0.3349 ohms/km


CORRENTE NA FASE A                    =   4000.0 A    90.00 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 1=    200.0 A    85.31 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 2=    200.0 A -154.69 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 3=    200.0 A  -34.69 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 1=    198.1 A  -92.77 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 2=    198.1 A   27.23 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 3=    198.1 A  147.22 Graus


PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO X      =     12.89 kW
PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO Y      =     12.56 kW
PERDA  JOULE TOTAL                    =     25.45 kW
```

```
********************************************************************************
* PROGRAMA PERDAS-LT VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.              PAGINA -  1*
* LT 500 KV JANAÚBA 6 - CAPELINHA 3 C1 C2  3/8" + OPGW 13,4            26- 08-2022*
********************************************************************************

 FREQUÊNCIA                          =  60.0 Hz
 RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO      =1000.0 ohms.m
 EXTENSÃO DA LT                      =   1.0 km
 NÚMERO DE CABO(S) PÁRA-RAIOS        =    2
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS X    = 4.2322   ohms/km
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS Y    = 0.6200   ohms/km
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS X            = 0.004570 m
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS Y            = 0.004823 m


 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS X:  -15.85000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS X:   30.32000 m
 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   15.85000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   30.32000 m


 CIRCUITO SIMPLES TRIFÁSICO

 ABSCISSA  FASE A1          :   -6.50000 m
 ORDENADA  FASE A1          :   19.52000 m
 ABSCISSA  FASE B1          :    0.00000 m
 ORDENADA  FASE B1          :   20.81000 m
 ABSCISSA  FASE C1          :    6.50000 m
 ORDENADA  FASE C1          :   19.52000 m


 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS X      = 14.29 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS X      = 18.48 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS X      = 24.82 m
 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS Y      = 24.82 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS Y      = 18.48 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS Y      = 14.29 m
 DISTÂNCIA ENTRE CABOS PÁRA-RAIOS X e Y= 31.70 m


 LINHA     TRANSPOSTA


 TRECHO 1:

 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3950 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3755 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3533 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3533 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3755 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3950 ohms/km


 TRECHO 2:

 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3755 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3533 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3950 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3755 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3950 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3533 ohms/km
```

TRECHO 3:

```
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3533 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3950 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3755 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3950 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3533 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3755 ohms/km


IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS X       =    4.2915 +J     1.0019 ohms/km
IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS Y       =    0.6793 +J     0.9978 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA PÁRA-RAIOS X e Y     =    0.0593 +J     0.3349 ohms/km


CORRENTE NA FASE A                    =    4000.0 A    90.00 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 1=      41.1 A   142.06 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 2=      41.1 A   -97.94 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 3=      41.1 A    22.06 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 1=     124.1 A   -78.51 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 2=     124.1 A    41.49 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 3=     124.1 A   161.49 Graus


PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO X      =      7.15 kW
PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO Y      =      9.56 kW
PERDA  JOULE TOTAL                    =     16.70 kW
```

```
********************************************************************************
* PROGRAMA PERDAS-LT VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.              PAGINA -  1*
* LT 500 KV CAPELINA 3 - GOV VALADARES 6 3 C1 C2  DOTTEREL + OPGW 14,9   26- 08-2022*
********************************************************************************

 FREQUÊNCIA                          =  60.0 Hz
 RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO      =1000.0 ohms.m
 EXTENSÃO DA LT                      =   1.0 km
 NÚMERO DE CABO(S) PÁRA-RAIOS        =    2
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS X    = 0.3221   ohms/km
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS Y    = 0.3200   ohms/km
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS X            = 0.006620 m
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS Y            = 0.004900 m


 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS X:  -16.25000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS X:   30.30000 m
 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   16.25000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   30.30000 m


 CIRCUITO SIMPLES TRIFÁSICO

 ABSCISSA  FASE A1          :   -6.50000 m
 ORDENADA  FASE A1          :   19.50000 m
 ABSCISSA  FASE B1          :    0.00000 m
 ORDENADA  FASE B1          :   20.79000 m
 ABSCISSA  FASE C1          :    6.50000 m
 ORDENADA  FASE C1          :   19.50000 m


 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS X      = 14.55 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS X      = 18.83 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS X      = 25.18 m
 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS Y      = 25.18 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS Y      = 18.83 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS Y      = 14.55 m
 DISTÂNCIA ENTRE CABOS PÁRA-RAIOS X e Y= 32.50 m


 LINHA     TRANSPOSTA


 TRECHO 1:

 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3936 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3741 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3522 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3522 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3741 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3936 ohms/km


 TRECHO 2:

 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3741 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3522 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3936 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3741 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3936 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3522 ohms/km
```

TRECHO 3:

```
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3522 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3936 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3741 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3936 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3522 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3741 ohms/km


IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS X       =    0.3814 +J     0.9739 ohms/km
IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS Y       =    0.3793 +J     0.9966 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA PÁRA-RAIOS X e Y     =    0.0593 +J     0.3330 ohms/km


CORRENTE NA FASE A                    =    4000.0 A    90.00 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 1=     198.2 A    85.36 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 2=     198.2 A -154.64 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 3=     198.2 A   -34.64 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 1=     196.2 A   -92.95 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 2=     196.2 A    27.05 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 3=     196.2 A   147.04 Graus


PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO X      =     12.65 kW
PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO Y      =     12.32 kW
PERDA  JOULE TOTAL                    =     24.97 kW
```

```
********************************************************************************
* PROGRAMA PERDAS-LT VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.              PAGINA -  1*
* LT 500 KV CAPELINA 3 - GOV VALADARES 6 3 C1 C2  3/8" + OPGW 13,4    26- 08-2022*
********************************************************************************

 FREQUÊNCIA                          =  60.0 Hz
 RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO      =1000.0 ohms.m
 EXTENSÃO DA LT                      =   1.0 km
 NÚMERO DE CABO(S) PÁRA-RAIOS        =    2
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS X    = 4.2322   ohms/km
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS Y    = 0.6200   ohms/km
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS X            = 0.004570 m
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS Y            = 0.004823 m


 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS X:  -16.25000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS X:   30.30000 m
 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   16.25000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   30.30000 m


 CIRCUITO SIMPLES TRIFÁSICO

 ABSCISSA  FASE A1          :   -6.50000 m
 ORDENADA  FASE A1          :   19.50000 m
 ABSCISSA  FASE B1          :    0.00000 m
 ORDENADA  FASE B1          :   20.79000 m
 ABSCISSA  FASE C1          :    6.50000 m
 ORDENADA  FASE C1          :   19.50000 m


 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS X      = 14.55 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS X      = 18.83 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS X      = 25.18 m
 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS Y      = 25.18 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS Y      = 18.83 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS Y      = 14.55 m
 DISTÂNCIA ENTRE CABOS PÁRA-RAIOS X e Y= 32.50 m


 LINHA     TRANSPOSTA


 TRECHO 1:

 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3936 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3741 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3522 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3522 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3741 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3936 ohms/km


 TRECHO 2:

 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3741 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3522 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3936 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3741 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3936 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3522 ohms/km
```

TRECHO 3:

```
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3522 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3936 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =    0.0593 +J     0.3741 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3936 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3522 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =    0.0593 +J     0.3741 ohms/km


IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS X       =    4.2915 +J     1.0019 ohms/km
IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS Y       =    0.6793 +J     0.9978 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA PÁRA-RAIOS X e Y     =    0.0593 +J     0.3330 ohms/km


CORRENTE NA FASE A                    =   4000.0 A    90.00 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 1=     40.8 A   142.15 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 2=     40.8 A   -97.85 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X-TRECHO 3=     40.8 A    22.15 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 1=    123.2 A   -78.76 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 2=    123.2 A    41.24 Graus
CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y-TRECHO 3=    123.2 A   161.24 Graus


PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO X      =     7.04 kW
PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO Y      =     9.41 kW
PERDA  JOULE TOTAL                    =    16.45 kW
```

```
********************************************************************************
* PROGRAMA PERDAS-LT VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.              PAGINA -  1*
* LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 C1    DOTTEREL + OPGW 14,9           26- 08-2022*
********************************************************************************

 FREQUÊNCIA                          =  60.0 Hz
 RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO      =1000.0 ohms.m
 EXTENSÃO DA LT                      =   1.0 km
 NÚMERO DE CABO(S) PÁRA-RAIOS        =    2
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS X    = 0.3221   ohms/km
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS Y    = 0.3200   ohms/km
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS X            = 0.006620 m
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS Y            = 0.004900 m


 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS X:  -16.25000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS X:   30.30000 m
 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   16.25000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   30.30000 m


 CIRCUITO SIMPLES TRIFÁSICO

 ABSCISSA  FASE A1          :   -6.50000 m
 ORDENADA  FASE A1          :   19.50000 m
 ABSCISSA  FASE B1          :    0.00000 m
 ORDENADA  FASE B1          :   20.79000 m
 ABSCISSA  FASE C1          :    6.50000 m
 ORDENADA  FASE C1          :   19.50000 m


 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS X      = 14.55 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS X      = 18.83 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS X      = 25.18 m
 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS Y      = 25.18 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS Y      = 18.83 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS Y      = 14.55 m
 DISTÂNCIA ENTRE CABOS PÁRA-RAIOS X e Y= 32.50 m


 LINHA NÃO TRANSPOSTA:

 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3936 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3741 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3522 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3522 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3741 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3936 ohms/km


 IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS X       =   0.3814 +J     0.9739 ohms/km
 IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS Y       =   0.3793 +J     0.9966 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA PÁRA-RAIOS X e Y     =   0.0593 +J     0.3330 ohms/km


 CORRENTE NA FASE A                    =   4000.0 A   90.00 Graus
 CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X         =    198.2 A   85.36 Graus
 CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y         =    196.2 A  -92.95 Graus


 PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO X      =    14.98 kW
 PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO Y      =    14.60 kW
 PERDA  JOULE TOTAL                    =    29.58 kW
```

```
**********************************************************************************
* PROGRAMA PERDAS-LT VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.              PAGINA -  1*
* LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 C1       3/8" + OPGW 13,4             26- 08-2022*
**********************************************************************************

 FREQUÊNCIA                          =  60.0 Hz
 RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO      =1000.0 ohms.m
 EXTENSÃO DA LT                      =   1.0 km
 NÚMERO DE CABO(S) PÁRA-RAIOS        =    2
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS X    = 4.2322   ohms/km
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS Y    = 0.6200   ohms/km
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS X            = 0.004570 m
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS Y            = 0.004823 m


 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS X:  -16.25000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS X:   30.30000 m
 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   16.25000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   30.30000 m


 CIRCUITO SIMPLES TRIFÁSICO

 ABSCISSA  FASE A1          :   -6.50000 m
 ORDENADA  FASE A1          :   19.50000 m
 ABSCISSA  FASE B1          :    0.00000 m
 ORDENADA  FASE B1          :   20.79000 m
 ABSCISSA  FASE C1          :    6.50000 m
 ORDENADA  FASE C1          :   19.50000 m


 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS X      = 14.55 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS X      = 18.83 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS X      = 25.18 m
 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS Y      = 25.18 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS Y      = 18.83 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS Y      = 14.55 m
 DISTÂNCIA ENTRE CABOS PÁRA-RAIOS X e Y= 32.50 m


 LINHA NÃO TRANSPOSTA:

 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3936 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3741 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.3522 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3522 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3741 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.3936 ohms/km


 IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS X       =   4.2915 +J     1.0019 ohms/km
 IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS Y       =   0.6793 +J     0.9978 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA PÁRA-RAIOS X e Y     =   0.0593 +J     0.3330 ohms/km


 CORRENTE NA FASE A                    =   4000.0 A   90.00 Graus
 CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X         =     40.8 A  142.15 Graus
 CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y         =    123.2 A  -78.76 Graus


 PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO X      =     7.14 kW
 PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO Y      =    10.31 kW
 PERDA  JOULE TOTAL                    =    17.44 kW
```

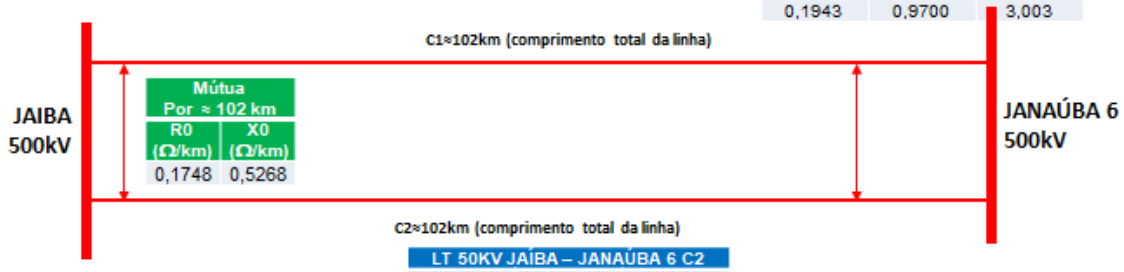
```
*******************************************************************************
* PROGRAMA PERDAS-LT VERSAO 1.0    ENGEPRO ENGENHARIA LTDA.            PAGINA -  1*
* LT 345 KV VIANA 2 - VIANA C3          2 X OPGW 14,9                  26- 08-2020*
*******************************************************************************

 FREQUÊNCIA                          =  60.0 Hz
 RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO      =1000.0 ohms.m
 EXTENSÃO DA LT                      =   1.0 km
 NÚMERO DE CABO(S) PÁRA-RAIOS        =    2
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS X    = 0.3200   ohms/km
 RESISTÊNCIA DO CABO PÁRA-RAIOS Y    = 0.3200   ohms/km
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS X            = 0.004900 m
 GMR DO CABO PÁRA-RAIOS Y            = 0.004900 m


 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS X:   -3.90000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS X:   22.46000 m
 ABSCISSA  CABO PÁRA-RAIOS Y:    3.90000 m
 ORDENADA  CABO PÁRA-RAIOS Y:   22.46000 m


 CIRCUITO SIMPLES TRIFÁSICO

 ABSCISSA  FASE A1          :   -6.00000 m
 ORDENADA  FASE A1          :   15.04000 m
 ABSCISSA  FASE B1          :    0.00000 m
 ORDENADA  FASE B1          :   19.66000 m
 ABSCISSA  FASE C1          :    6.00000 m
 ORDENADA  FASE C1          :   15.04000 m


 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS X      =  7.71 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS X      =  4.80 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS X      = 12.37 m
 DISTÂNCIA FASE A1 - PÁRA-RAIOS Y      = 12.37 m
 DISTÂNCIA FASE B1 - PÁRA-RAIOS Y      =  4.80 m
 DISTÂNCIA FASE C1 - PÁRA-RAIOS Y      =  7.71 m
 DISTÂNCIA ENTRE CABOS PÁRA-RAIOS X e Y=  7.80 m


 LINHA NÃO TRANSPOSTA:

 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.4415 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.4772 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS X =   0.0593 +J     0.4058 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.4058 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.4772 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1-PÁRA-RAIOS Y =   0.0593 +J     0.4415 ohms/km


 IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS X       =   0.3793 +J     0.9966 ohms/km
 IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PÁRA-RAIOS Y       =   0.3793 +J     0.9966 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA PÁRA-RAIOS X e Y     =   0.0593 +J     0.4406 ohms/km


 CORRENTE NA FASE A                    =   2110.0 A   90.00 Graus
 CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS X         =    112.0 A   49.05 Graus
 CORRENTE NO CABO PÁRA-RAIOS Y         =    139.3 A  -58.32 Graus


 PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO X      =     4.76 kW
 PERDAS JOULE NO CABO PÁRA-RAIO Y      =     7.36 kW
 PERDA  JOULE TOTAL                    =    12.11 kW
```

ANEXO 6 – ACOPLAMENTO MUTUO

ANEXO 6A – ACOPLAMENTO MUTUO – PARAMETROS CONCENTRADOS

PARÂMETROS ELÉTRICOS
LT CD 500 KV JAIBA – JANAUBA 6 C1 E C2

LT 50KV JAÍBA – JANAÚBA 6 C1		
R1 (Ω/km)	X1 (Ω/km)	B1 (mho/km)
0,0174	0,2934	5,629
R0 (Ω/km)	X0 (Ω/km)	B0 (mho/km)
0,1943	0,9700	3,003



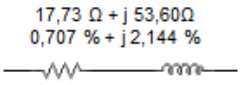
LT 50KV JAÍBA – JANAÚBA 6 C2		
R1 (Ω/km)	X1 (Ω/km)	B1 (mho/km)
0,0174	0,2934	5,629
R0 (Ω/km)	X0 (Ω/km)	B0 (mho/km)
0,1943	0,9700	3,003

LEGENDA	
	SUBESTAÇÃO
	CIRCUITO SIMPLES
	TRECHO COM ACOPLAMENTO MÚTUO

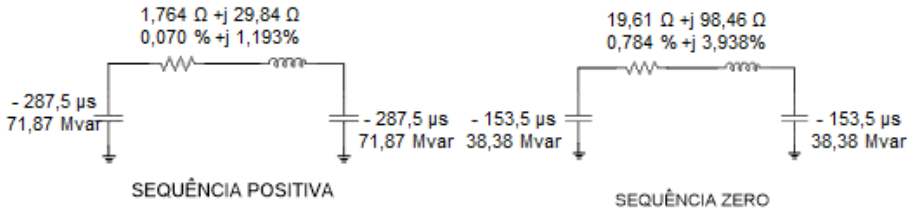
PARÂMETROS ELÉTRICOS CONCENTRADOS (PI*)

LT 500 KV JAIBA / JANAUBA 6 C1

MÚTUAS



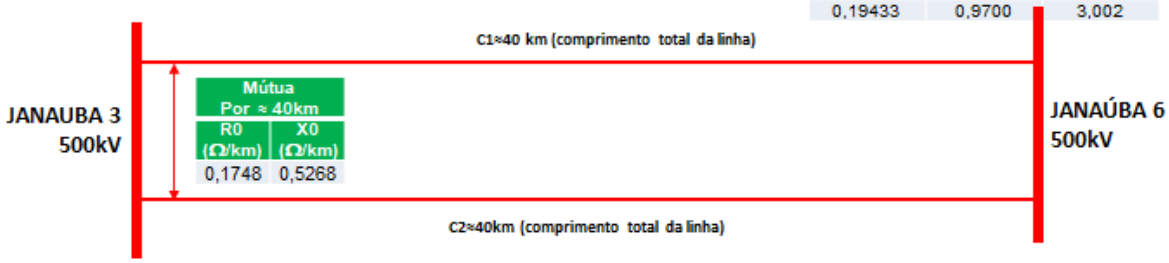
LT 500 KV JAIBA / JANAUBA 6 C2



(*) Os parâmetros concentrados já consideram a correção hiperbólica

PARÂMETROS ELÉTRICOS
LT CD 500 KV JANAUBA 3 – JANAUBA 6 C E C2

LT 50KV JANAUBA 3 – JANAÚBA 6 C1		
R1 (Ω/km)	X1 (Ω/km)	B1 (mho/km)
0,0174	0,2934	5,629
R0 (Ω/km)	X0 (Ω/km)	B0 (mho/km)
0,19433	0,9700	3,002

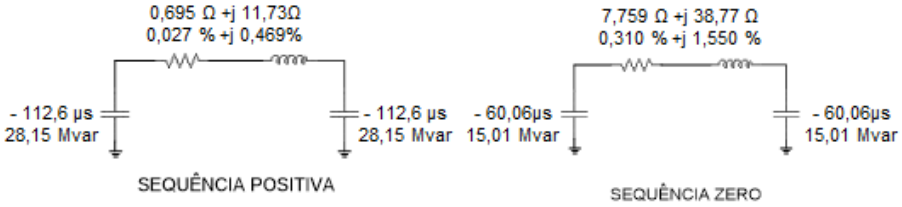


LT 50KV JANAUBA 3 – JANAÚBA 6 C2		
R1 (Ω/km)	X1 (Ω/km)	B1 (mho/km)
0,0174	0,2934	5,629
R0 (Ω/km)	X0 (Ω/km)	B0 (mho/km)
0,19433	0,9700	3,002

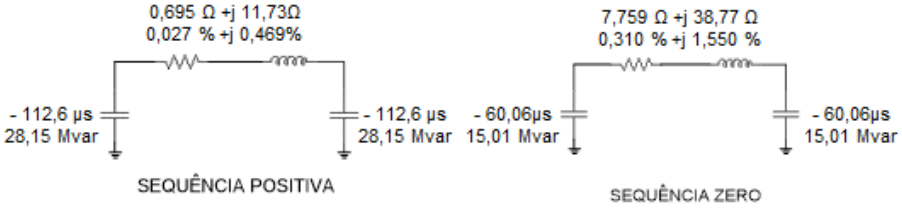
LEGENDA	
	SUBESTAÇÃO
	CIRCUITO SIMPLES
	TRECHO COM ACOPLAMENTO MÚTUO

PARÂMETROS ELÉTRICOS CONCENTRADOS (PI*)

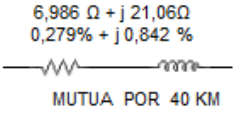
LT 500 KV JANAUBA 3 / JANAUBA 6 C1



LT 500 KV JANAUBA 3 / JANAUBA 6 C2



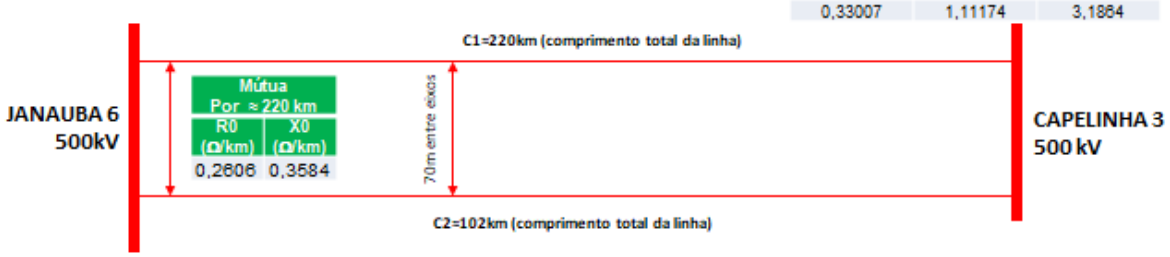
MÚTUAS



(*) Os parâmetros concentrados já consideram a correção hiperbólica

PARÂMETROS ELÉTRICOS
LT 500 KV JANAUBA 6 – CAPELINHA 3 C1 E C2

LT 500KV JANAUBA 6 – CAPELINHA 3 C1		
R1 (Ω/km)	X1 (Ω/km)	B1 (mho/km)
0,01382	0,1921	8,6580
R0 (Ω/km)	X0 (Ω/km)	B0 (mho/km)
0,33007	1,11174	3,1864

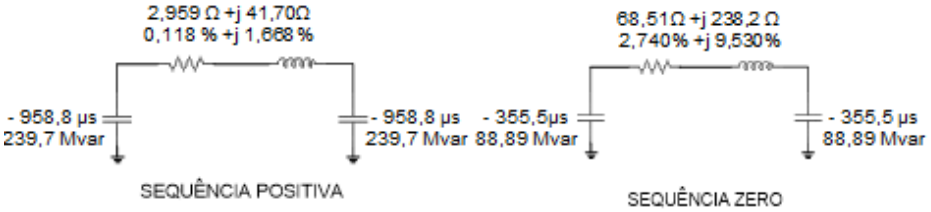


LT 500KV JANAUBA 6 – CAPELINHA 3 C1		
R1 (Ω/km)	X1 (Ω/km)	B1 (mho/km)
0,01382	0,1921	8,6580
R0 (Ω/km)	X0 (Ω/km)	B0 (mho/km)
0,33007	1,11174	3,1864

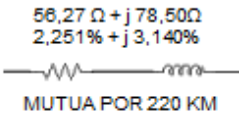
LEGENDA	
	SUBESTAÇÃO
	CIRCUITO SIMPLES
	TRECHO COM ACOPLAMENTO MÚTUO

PARÂMETROS ELÉTRICOS CONCENTRADOS (PI*)

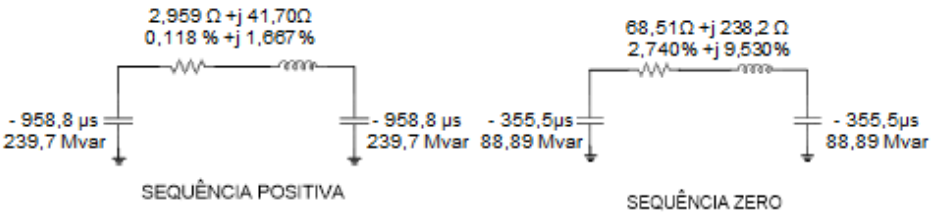
LT 500KV JANAUBA 6 / CAPELINHA 3 C1



MÚTUAS



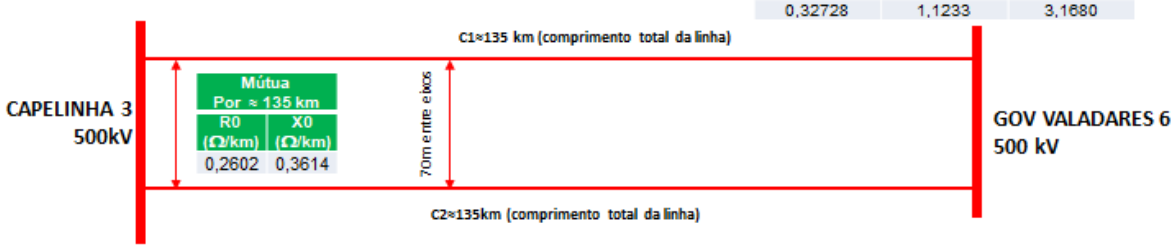
LT 500KV JANAUBA 6 / CAPELINHA 3 C2



(*) Os parâmetros concentrados já consideram a correção hiperbólica

PARÂMETROS ELÉTRICOS
LT 500 KV CAPELINHA 3 – GOVERNADOR VALADARES 6 C1 E C2

LT 500KV CAPELINHA 3 – G VALADARES 6 C1		
R1 (Ω/km)	X1 (Ω/km)	B1 (mho/km)
0,01381	0,1921	8,6550
R0 (Ω/km)	X0 (Ω/km)	B0 (mho/km)
0,32728	1,1233	3,1680

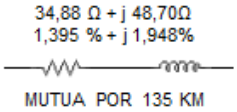


LEGENDA	
	SUBESTAÇÃO
	CIRCUITO SIMPLES
	TRECHO COM ACOPLAMENTO MÚTUO

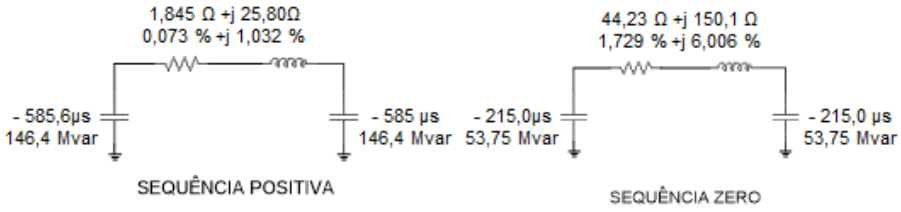
LT 500KV CAPELINHA 3 – G VALADARES 6 C2		
R1 (Ω/km)	X1 (Ω/km)	B1 (mho/km)
0,01381	0,1921	8,6550
R0 (Ω/km)	X0 (Ω/km)	B0 (mho/km)
0,32728	1,1233	3,1680

PARÂMETROS ELÉTRICOS CONCENTRADOS (PI*)
LT 500KV CAPELINHA / GOV. VALADARES 6 C1

MÚTUAS



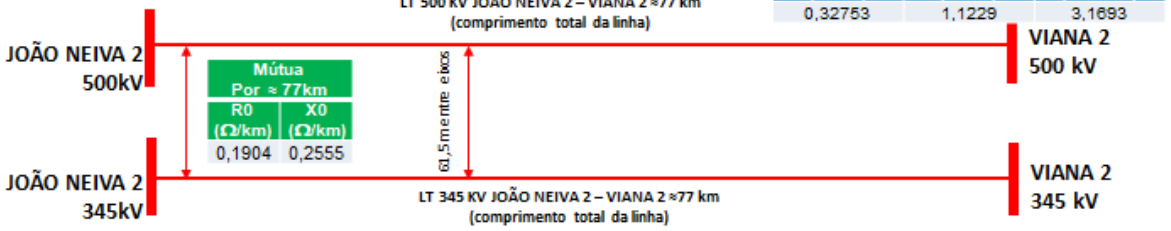
LT 500KV CAPELINHA / GOV. VALADARES 6 C2



(*) Os parâmetros concentrados já consideram a correção hiperbólica

PARÂMETROS ELÉTRICOS
LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 / LT 345 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2

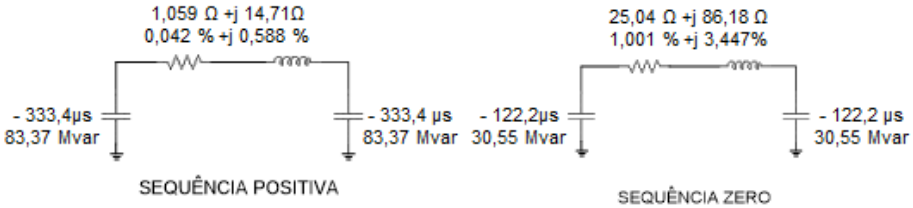
LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2		
R1 (Ω/km)	X1 (Ω/km)	B1 (mho/km)
0,01381	0,1914	8,655
R0 (Ω/km)	X0 (Ω/km)	B0 (mho/km)
0,32753	1,1229	3,1693



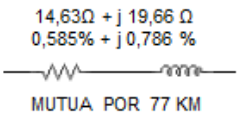
LEGENDA	
	SUBESTAÇÃO
	CIRCUITO SIMPLES
	TRECHO COM ACOPLAMENTO MÚTUO

LT 345 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2		
R1 (Ω/km)	X1 (Ω/km)	B1 (mho/km)
0,0343	0,3573	4,617
R0 (Ω/km)	X0 (Ω/km)	B0 (mho/km)
0,3430	1,1403	2,6821

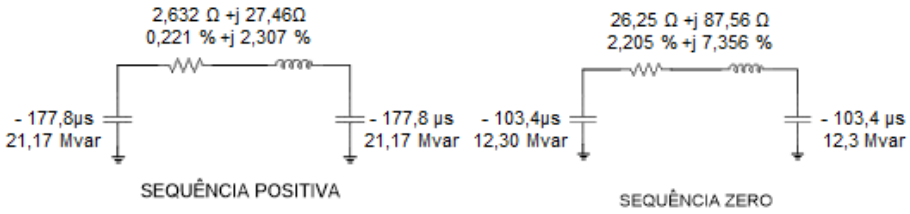
PARÂMETROS ELÉTRICOS CONCENTRADOS (PI*)
LT 500KV JOÃO NEIVA 2 / VIANA 2



MÚTUAS



LT 345 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2

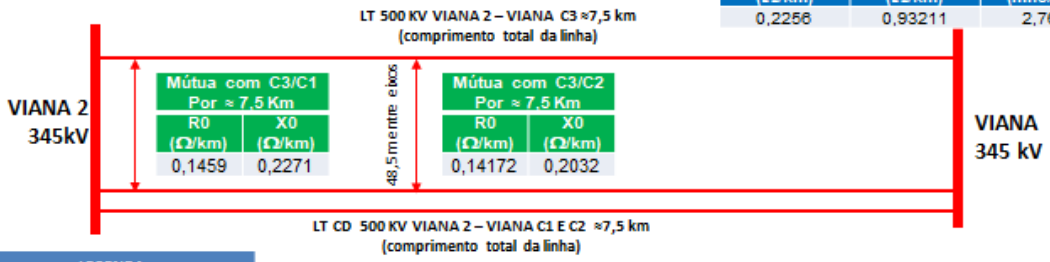


(*) Os parâmetros concentrados já consideram a correção hiperbólica

PARÂMETROS ELÉTRICOS

LT 500 KV VIANA 2 – VIANA C3 / LT CD 345 KV VIANA 2 – VIANA C2 E C2

LT 345 KV VIANA 2 – VIANA C3		
R1 (Ω/km)	X1 (Ω/km)	B1 (mho/km)
0,0344	0,3611	4,570
R0 (Ω/km)	X0 (Ω/km)	B0 (mho/km)
0,2256	0,93211	2,763

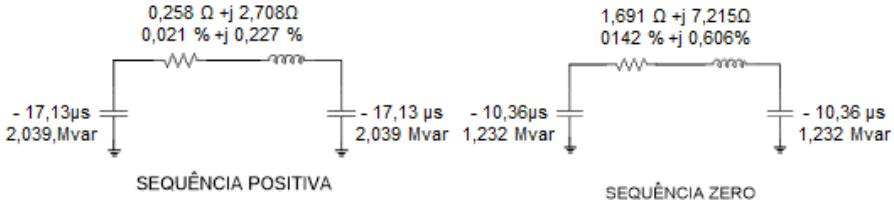


LEGENDA	
	SUBESTAÇÃO
	CIRCUITO SIMPLES
	CIRCUITO SIMPLES
	TRECHO COM ACOPLAMENTO MÚTUO

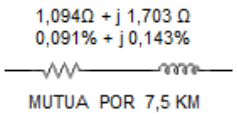
LT CD 345 KV VIANA 2 – VIANA C1 E C2		
R1 (Ω/km)	X1 (Ω/km)	B1 (mho/km)
0,0341	0,2719	6,347
R0 (Ω/km)	X0 (Ω/km)	B0 (mho/km)
0,2680	1,3053	2,189

PARÂMETROS ELÉTRICOS CONCENTRADOS (PI*)

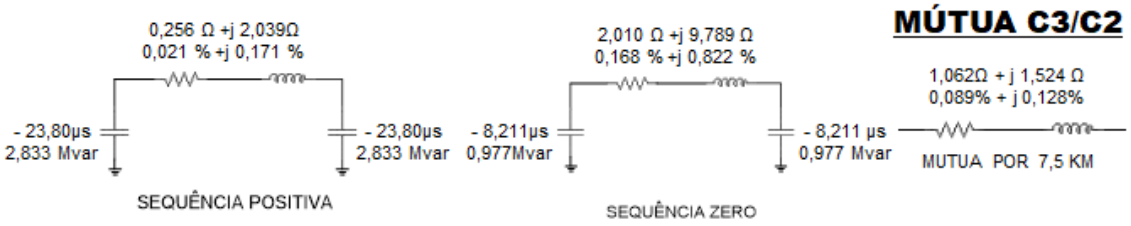
LT 345 KV VIANA 2/ VIANA C3



MÚTUA C3/C1



LT 345 KV VIANA 2 – VIANA C1 E C2



MÚTUA C3/C2

(*) Os parâmetros concentrados já consideram a correção hiperbólica

ANEXO 6B – ACOPLAMENTO MUTUO – SAIDA ATP

- **ACOPLAMENTO MUTUO LT 500 kV JANAUBA 6 – CAPELINHA 3 C1 E C2**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 10-Nov-22  15:51:57   Name of disk plot file is  838mu.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                 0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                 01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:838MU.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/04/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  ACOPLAMENTO LT'S 500 KV JANAUBA - CAPELINHA  C1 E C2
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  CIRCUITO SIMPLES FEIXE EXPNADIDO LOTE 1
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X ACAR 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW 13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT    DIAM     HORIZ    VTOWER   VMID    SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM             CM       M        M        M        CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4           2.678   -5.45   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4           2.678  -5.975   36.14   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4           2.678  -7.025   36.14   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4           2.678   -7.55   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4           2.678  -7.025   33.56   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4           2.678  -5.975   33.56   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4           2.678    0.48   34.85   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4           2.678   0.245  35.545  14.485     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4           2.678  -0.245  35.545  14.485     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48   34.85   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  34.155  13.095      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  34.155  13.095      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.550   34.85   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.025   36.14   15.08      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   5.975   36.14   15.08      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678    5.45   34.85   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   5.975   33.56   12.50      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.025   33.56   12.50      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  4 .50 0.078530 4          2.678   64.55   34.85   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  4 .50 0.078530 4          2.678  64.025   36.14   15.08      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  4 .50 0.078530 4          2.678  62.975   36.14   15.08      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  4 .50 0.078530 4          2.678   62.45   34.85   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  4 .50 0.078530 4          2.678  62.975   33.56   12.50      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  4 .50 0.078530 4          2.678  64.025   33.56   12.50      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  5 .50 0.078530 4          2.678   70.48   34.85   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  5 .50 0.078530 4          2.678  70.245  35.545  14.485      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  5 .50 0.078530 4          2.678  69.755  35.545  14.485      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  5 .50 0.078530 4          2.678   69.52   34.85   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  5 .50 0.078530 4          2.678  69.755  34.155  13.095      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  5 .50 0.078530 4          2.678  70.245  34.155  13.095      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  6 .50 0.078530 4          2.678  75.450   34.85   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  6 .50 0.078530 4          2.678  77.025   36.14   15.08      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  6 .50 0.078530 4          2.678  75.975   36.14   15.08      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  6 .50 0.078530 4          2.678   77.55   34.85   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  6 .50 0.078530 4          2.678  75.975   33.56   12.50      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  6 .50 0.078530 4          2.678  77.025   33.56   12.50      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4        0.9144  -15.40   44.21   26.28      0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4        1.3400   15.40   44.21   26.16      0.0    0.0        0
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4        0.9144  -54.60   44.21   26.28      0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4        1.3400   85.40   44.21   26.16      0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.   NUMDCD = 62.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.   NUMDCD = 63.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.   NUMDCD = 64.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.   NUMDCD = 65.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.   NUMDCD = 66.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.   NUMDCD = 67.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.   NUMDCD = 68.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.   NUMDCD = 69.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.   NUMDCD = 70.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
```

```
Comment card.   NUMDCD = 71.                        |C     RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.   NUMDCD = 72.                        |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02   |1000.        60.00          1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.450	20.810	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.480	20.810	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.550	20.810	
4	4	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	64.550	20.810	
5	5	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	70.480	20.810	
6	6	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	75.450	20.810	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.975	22.100	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.025	22.100	
9	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.550	20.810	
10	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.025	19.520	
11	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.975	19.520	
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	21.505	
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	21.505	
14	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	20.810	
15	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	20.115	
16	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	20.115	
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.025	22.100	
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.975	22.100	
19	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.450	20.810	
20	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.975	19.520	
21	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.025	19.520	
22	4	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	64.025	22.100	
23	4	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	62.975	22.100	
24	4	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	62.450	20.810	
25	4	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	62.975	19.520	
26	4	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	64.025	19.520	
27	5	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	70.245	21.505	
28	5	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	69.755	21.505	
29	5	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	69.520	20.810	
30	5	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	69.755	20.115	
31	5	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	70.245	20.115	
32	6	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	77.025	22.100	
33	6	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	75.975	22.100	
34	6	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	77.550	20.810	

35	6	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	75.975	19.520
36	6	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	77.025	19.520
37	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-15.400	32.257
38	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	15.400	32.177
39	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-54.600	32.257
40	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	85.400	32.177

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.023210E-08

2 -1.520993E-10 1.176180E-08

3 -5.119696E-11 -1.243238E-10 1.009504E-08

4 -2.207982E-12 -2.184542E-12 -7.932116E-12 1.022712E-08

5 -1.034146E-12 -9.672795E-13 -3.263308E-12 -1.541109E-10 1.176097E-08

6 -1.265838E-12 -1.146529E-12 -3.702236E-12 -8.352295E-11 -3.363617E-10 1.023125E-08

7 -1.963946E-09 -1.339354E-10 -5.623364E-11 -3.303992E-12 -1.573678E-12 -1.942629E-12 1.022781E-08

8 -1.060299E-09 -9.273196E-11 -4.802464E-11 -3.383772E-12 -1.631936E-12 -2.028983E-12 -2.652778E-09 1.016118E-08

9 -1.016137E-09 -7.218861E-11 -3.765500E-11 -2.492966E-12 -1.205320E-12 -1.502011E-12 -1.093061E-09 -2.065171E-09 1.009418E-08

10 -1.054136E-09 -8.830499E-11 -4.081731E-11 -1.938594E-12 -9.210516E-13 -1.138206E-12 -6.216848E-10 -7.889930E-10 -2.057854E-09
1.017680E-08

11 -1.957400E-09 -1.292641E-10 -4.862976E-11 -1.779418E-12 -8.264298E-13 -1.008478E-12 -7.228197E-10 -6.206100E-10 -1.085204E-09
-2.637131E-09 1.024331E-08

12 -2.031684E-10 -2.441148E-09 -1.237507E-10 -2.923634E-12 -1.322205E-12 -1.585057E-12 -2.095872E-10 -1.421739E-10 -9.480608E-11

```
   -9.570080E-11 -1.392198E-10  1.189917E-08
13 -3.023405E-10 -1.320910E-09 -9.458302E-11 -2.733377E-12 -1.248628E-12 -1.505383E-12 -2.903764E-10 -1.856960E-10 -1.240111E-10
   -1.289531E-10 -1.998164E-10 -3.662511E-09  1.189915E-08
14 -3.355191E-10 -1.447225E-09 -7.204931E-11 -1.870840E-12 -8.470635E-13 -1.017025E-12 -2.621394E-10 -1.614402E-10 -1.245194E-10
   -1.569809E-10 -2.574296E-10 -1.320918E-09 -2.441170E-09  1.176178E-08
15 -2.982806E-10 -1.317994E-09 -8.977693E-11 -1.708364E-12 -7.520070E-13 -8.894758E-13 -2.004059E-10 -1.288535E-10 -1.190911E-10
   -1.753616E-10 -2.801603E-10 -6.508008E-10 -7.987139E-10 -2.438246E-09  1.190586E-08
16 -1.991195E-10 -2.438232E-09 -1.189377E-10 -1.878852E-12 -8.167089E-13 -9.587887E-13 -1.398012E-10 -9.559951E-11 -8.990264E-11
   -1.318759E-10 -1.994081E-10 -7.987002E-10 -6.507991E-10 -1.317998E-09 -3.655803E-09  1.190587E-08
17 -6.512774E-11 -1.612174E-10 -2.064150E-09 -8.479071E-12 -3.588702E-12 -4.138945E-12 -8.168588E-11 -6.893919E-11 -4.807479E-11
   -4.422691E-11 -5.162427E-11 -1.854016E-10 -1.419258E-10 -9.257900E-11 -9.546023E-11 -1.286800E-10  1.016238E-08
18 -8.229530E-11 -2.619835E-10 -1.092288E-09 -6.573121E-12 -2.836961E-12 -3.309731E-12 -1.003931E-10 -8.177741E-11 -5.634919E-11
   -5.267137E-11 -6.389515E-11 -2.901738E-10 -2.094229E-10 -1.338373E-10 -1.397096E-10 -2.002860E-10 -2.651872E-09  1.022848E-08
19 -8.135498E-11 -3.354315E-10 -1.015684E-09 -4.312242E-12 -1.835871E-12 -2.126539E-12 -8.231704E-11 -6.521025E-11 -5.128923E-11
   -5.917298E-11 -7.594710E-11 -3.022279E-10 -2.030793E-10 -1.520472E-10 -1.990701E-10 -2.982137E-10 -1.059769E-09 -1.963554E-09
    1.023233E-08
20 -7.592841E-11 -2.573423E-10 -1.084783E-09 -4.518545E-12 -1.850969E-12 -2.096637E-12 -6.388358E-11 -5.165908E-11 -4.868011E-11
   -6.651146E-11 -8.534121E-11 -1.997025E-10 -1.391262E-10 -1.292076E-10 -1.993557E-10 -2.800928E-10 -6.201159E-10 -7.224505E-10
   -1.957185E-09  1.024352E-08
21 -5.911392E-11 -1.568447E-10 -2.057244E-09 -6.370524E-12 -2.578544E-12 -2.898378E-12 -5.260015E-11 -4.420523E-11 -4.082900E-11
   -5.358315E-11 -6.648157E-11 -1.287725E-10 -9.554699E-11 -8.820931E-11 -1.317891E-10 -1.752550E-10 -7.882747E-10 -6.211425E-10
```

-1.053818E-09 -2.636834E-09 1.017724E-08

22 -3.505463E-12 -3.428987E-12 -1.224309E-11 -1.972421E-09 -1.373516E-10 -8.598958E-11 -5.268808E-12 -5.406784E-12 -3.980384E-12

-3.079892E-12 -2.814075E-12 -4.616025E-12 -4.324707E-12 -2.950483E-12 -2.672805E-12 -2.931793E-12 -1.319503E-11 -1.027679E-11

-6.709201E-12 -6.951973E-12 -9.776819E-12 1.021339E-08

23 -4.384587E-12 -4.363566E-12 -1.593188E-11 -1.071061E-09 -9.705554E-11 -6.983729E-11 -6.553526E-12 -6.699637E-12 -4.930148E-12

-3.837624E-12 -3.531341E-12 -5.834072E-12 -5.448932E-12 -3.729031E-12 -3.409167E-12 -3.753716E-12 -1.701868E-11 -1.317546E-11

-8.640897E-12 -9.062363E-12 -1.278930E-11 -2.671090E-09 1.013791E-08

24 -3.831717E-12 -3.913555E-12 -1.478138E-11 -1.024928E-09 -7.571371E-11 -5.505228E-11 -5.673490E-12 -5.768561E-12 -4.246796E-12

-3.340294E-12 -3.107055E-12 -5.172637E-12 -4.808390E-12 -3.309998E-12 -3.073259E-12 -3.402980E-12 -1.555908E-11 -1.193423E-11

-7.892580E-12 -8.444705E-12 -1.197700E-11 -1.108025E-09 -2.084188E-09 1.007864E-08

25 -2.927507E-12 -3.038108E-12 -1.171794E-11 -1.060270E-09 -9.076652E-11 -6.180352E-11 -4.306556E-12 -4.364955E-12 -3.216611E-12

-2.548727E-12 -2.386746E-12 -3.984011E-12 -3.692580E-12 -2.553149E-12 -2.395899E-12 -2.662022E-12 -1.221262E-11 -9.312702E-12

-6.196912E-12 -6.720319E-12 -9.558547E-12 -6.321307E-10 -8.022653E-10 -2.068691E-09 1.016925E-08

26 -2.119014E-12 -2.172975E-12 -8.267094E-12 -1.961794E-09 -1.310339E-10 -7.784822E-11 -3.129734E-12 -3.181438E-12 -2.345429E-12

-1.850361E-12 -1.723908E-12 -2.862197E-12 -2.658523E-12 -1.834506E-12 -1.711450E-12 -1.896929E-12 -8.659542E-12 -6.627677E-12

-4.398779E-12 -4.737995E-12 -6.725534E-12 -7.302995E-10 -6.301095E-10 -1.092960E-09 -2.642538E-09 1.023944E-08

27 -1.543329E-12 -1.434434E-12 -4.786685E-12 -2.062799E-10 -2.442430E-09 -3.036488E-10 -2.354137E-12 -2.443487E-12 -1.803699E-12

-1.374625E-12 -1.230480E-12 -1.967613E-12 -1.860308E-12 -1.259614E-12 -1.112896E-12 -1.206693E-12 -5.293122E-12 -4.196975E-12

-2.707486E-12 -2.709218E-12 -3.767309E-12 -2.148728E-10 -1.488684E-10 -1.002671E-10 -9.951416E-11 -1.419592E-10 1.189719E-08

28 -1.634398E-12 -1.533045E-12 -5.180065E-12 -3.057537E-10 -1.322309E-09 -2.046180E-10 -2.486741E-12 -2.575949E-12 -1.900463E-12

-1.452085E-12 -1.304525E-12 -2.095862E-12 -1.978343E-12 -1.341280E-12 -1.190332E-12 -1.293397E-12 -5.700761E-12 -4.505330E-12

-2.912715E-12 -2.933615E-12 -4.088135E-12 -2.961766E-10 -1.930473E-10 -1.300106E-10 -1.331419E-10 -2.028232E-10 -3.664668E-09

1.189679E-08

29 -1.178288E-12 -1.124993E-12 -3.900670E-12 -3.379793E-10 -1.448232E-09 -1.531512E-10 -1.782574E-12 -1.840149E-12 -1.357558E-12

-1.043593E-12 -9.441068E-13 -1.526234E-12 -1.436043E-12 -9.771412E-13 -8.762351E-13 -9.560954E-13 -4.245019E-12 -3.331605E-12

-2.166444E-12 -2.215513E-12 -3.100593E-12 -2.663212E-10 -1.667415E-10 -1.288458E-10 -1.600010E-10 -2.595968E-10 -1.322471E-09

-2.442869E-09 1.176055E-08

30 -9.731902E-13 -9.433613E-13 -3.345909E-12 -3.002206E-10 -1.318791E-09 -1.999493E-10 -1.464278E-12 -1.507501E-12 -1.112871E-12

-8.606458E-13 -7.832589E-13 -1.270458E-12 -1.192060E-12 -8.142359E-13 -7.374853E-13 -8.075833E-13 -3.603122E-12 -2.810298E-12

-1.838313E-12 -1.907116E-12 -2.678506E-12 -2.037031E-10 -1.330310E-10 -1.224984E-10 -1.777397E-10 -2.818680E-10 -6.520292E-10

-8.000565E-10 -2.439213E-09 1.190510E-08

31 -8.983308E-13 -8.604744E-13 -3.006072E-12 -2.008440E-10 -2.438946E-09 -2.990103E-10 -1.356383E-12 -1.400234E-12 -1.034357E-12

-7.970390E-13 -7.218540E-13 -1.163878E-12 -1.094375E-12 -7.461910E-13 -6.719691E-13 -7.339005E-13 -3.255621E-12 -2.549472E-12

-1.663191E-12 -1.712163E-12 -2.398827E-12 -1.427304E-10 -9.930686E-11 -9.292473E-11 -1.339856E-10 -2.009249E-10 -7.997993E-10

-6.519982E-10 -1.318860E-09 -3.656486E-09 1.190526E-08

32 -2.009004E-12 -1.771848E-12 -5.498340E-12 -6.827747E-11 -1.626053E-10 -1.061437E-09 -3.104717E-12 -3.260487E-12 -2.417257E-12

-1.819220E-12 -1.595734E-12 -2.474077E-12 -2.360863E-12 -1.588939E-12 -1.371335E-12 -1.468583E-12 -6.245235E-12 -5.046501E-12

-3.219954E-12 -3.106990E-12 -4.263676E-12 -8.701071E-11 -7.562383E-11 -5.350057E-11 -4.802329E-11 -5.437935E-11 -1.875103E-10

-1.441966E-10 -9.420513E-11 -9.676084E-11 -1.298680E-10 1.015976E-08

33 -1.937667E-12 -1.730656E-12 -5.465588E-12 -8.553381E-11 -2.633759E-10 -1.965180E-09 -2.985789E-12 -3.126608E-12 -2.315054E-12

-1.746981E-12 -1.539791E-12 -2.406813E-12 -2.291604E-12 -1.544180E-12 -1.339752E-12 -1.439096E-12 -6.169182E-12 -4.962509E-12

-3.173890E-12 -3.088666E-12 -4.252556E-12 -1.058783E-10 -8.868636E-11 -6.196708E-11 -5.659870E-11 -6.673440E-11 -2.922999E-10
-2.117242E-10 -1.354883E-10 -1.410248E-10 -2.014783E-10 -2.654379E-09 1.022604E-08

34 -1.482195E-12 -1.301170E-12 -4.021018E-12 -5.342073E-11 -1.253343E-10 -1.016940E-09 -2.291819E-12 -2.410356E-12 -1.789250E-12
-1.346279E-12 -1.178655E-12 -1.817789E-12 -1.735930E-12 -1.168788E-12 -1.008243E-12 -1.078707E-12 -4.568750E-12 -3.695344E-12
-2.358949E-12 -2.275291E-12 -3.119819E-12 -5.998352E-11 -5.271194E-11 -4.145121E-11 -4.347702E-11 -5.056953E-11 -1.252768E-10
-9.621597E-11 -7.321603E-11 -9.071486E-11 -1.198023E-10 -2.066166E-09 -1.094180E-09 1.009346E-08

35 -1.001902E-12 -9.113250E-13 -2.973595E-12 -7.756018E-11 -2.580622E-10 -1.958051E-09 -1.534217E-12 -1.602355E-12 -1.187805E-12
-9.024662E-13 -8.006963E-13 -1.255465E-12 -1.191339E-12 -8.066836E-13 -7.090361E-13 -7.652826E-13 -3.303843E-12 -2.634115E-12
-1.698767E-12 -1.689100E-12 -2.339192E-12 -6.664185E-11 -5.512114E-11 -5.149001E-11 -6.847769E-11 -8.676842E-11 -2.007961E-10
-1.403035E-10 -1.300506E-10 -2.000301E-10 -2.807090E-10 -6.214787E-10 -7.237530E-10 -1.085832E-09 1.024281E-08

36 -1.124732E-12 -1.001124E-12 -3.167693E-12 -6.082329E-11 -1.576251E-10 -1.054793E-09 -1.731906E-12 -1.817256E-12 -1.349129E-12
-1.019503E-12 -8.970594E-13 -1.389870E-12 -1.323945E-12 -8.939648E-13 -7.777665E-13 -8.351243E-13 -3.561154E-12 -2.862230E-12
-1.836560E-12 -1.797204E-12 -2.475115E-12 -5.548142E-11 -4.780435E-11 -4.374296E-11 -5.562520E-11 -6.797204E-11 -1.299500E-10
-9.680577E-11 -8.910840E-11 -1.325125E-10 -1.759227E-10 -7.898445E-10 -6.226110E-10 -2.058481E-09 -2.637651E-09 1.017627E-08

37 -1.785881E-10 -7.091270E-11 -7.297420E-11 -1.086948E-11 -5.462350E-12 -6.946096E-12 -3.031615E-10 -3.859917E-10 -3.170923E-10
-2.223132E-10 -1.587538E-10 -1.099476E-10 -1.210085E-10 -8.744175E-11 -6.893062E-11 -6.093864E-11 -1.061548E-10 -1.112492E-10
-7.457028E-11 -5.491345E-11 -5.584200E-11 -1.748523E-11 -2.138947E-11 -1.807427E-11 -1.352514E-11 -9.959601E-12 -8.202540E-12
-8.591717E-12 -6.068965E-12 -4.927779E-12 -4.618345E-12 -1.135120E-11 -1.079019E-11 -8.428769E-12 -5.484576E-12 -6.309835E-12
6.191852E-09

38 -7.816151E-11 -9.153359E-11 -3.326605E-10 -3.864809E-11 -1.672732E-11 -1.947093E-11 -1.166089E-10 -1.114478E-10 -7.675028E-11

-5.873569E-11 -5.765342E-11 -1.266179E-10 -1.150407E-10 -7.423017E-11 -6.382918E-11 -7.219696E-11 -4.047206E-10 -3.176371E-10

-1.871218E-10 -1.664590E-10 -2.332142E-10 -6.085029E-11 -7.782105E-11 -6.986168E-11 -5.402797E-11 -3.848384E-11 -2.485788E-11

-2.668762E-11 -1.964284E-11 -1.645099E-11 -1.492544E-11 -2.968174E-11 -2.926833E-11 -2.163360E-11 -1.538413E-11 -1.669189E-11

-2.750217E-10 6.469634E-09

39 -3.669629E-11 -1.617881E-11 -2.161620E-11 -6.463563E-12 -3.495073E-12 -4.644011E-12 -5.658473E-11 -7.246364E-11 -6.665796E-11

-5.281385E-11 -3.759223E-11 -2.381761E-11 -2.542792E-11 -1.880600E-11 -1.597205E-11 -1.456055E-11 -2.951059E-11 -2.885955E-11

-1.916093E-11 -1.527087E-11 -1.667344E-11 -1.045759E-11 -1.252367E-11 -1.030420E-11 -7.614325E-12 -5.713463E-12 -5.249279E-12

-5.433410E-12 -3.778829E-12 -3.043115E-12 -2.900346E-12 -7.817069E-12 -7.292224E-12 -5.886066E-12 -3.702111E-12 -4.376059E-12

-3.220086E-10 -9.980305E-11 5.869150E-09

40 -7.058276E-12 -5.976114E-12 -1.745224E-11 -8.674871E-11 -9.558054E-11 -1.923422E-10 -1.100786E-11 -1.166263E-11 -8.679525E-12

-6.478144E-12 -5.597421E-12 -8.456903E-12 -8.128100E-12 -5.448901E-12 -4.621434E-12 -4.899413E-12 -2.027084E-11 -1.663912E-11

-1.052951E-11 -9.858821E-12 -1.336802E-11 -1.310537E-10 -1.294050E-10 -9.124033E-11 -6.889370E-11 -6.510879E-11 -1.326889E-10

-1.214891E-10 -7.882401E-11 -6.754217E-11 -7.565639E-11 -4.132911E-10 -3.255146E-10 -3.395390E-10 -1.709231E-10 -2.386007E-10

-4.168689E-11 -9.695087E-11 -3.025537E-11 6.439143E-09

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.834093E-08

2 -6.140263E-09 1.773128E-08

3 -2.203726E-09 -6.135413E-09 1.836066E-08

4 -1.291679E-10 -1.159061E-10 -3.396817E-10 1.796021E-08

5 -5.035269E-11 -4.216042E-11 -1.144642E-10 -6.268010E-09 1.768754E-08

```
   6 -6.221204E-11 -4.886156E-11 -1.231433E-10 -2.325390E-09 -6.179713E-09  1.830803E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  8.491358E-09
      0.000000E+00

   1  7.527939E-10 -1.210625E-09
     -1.318066E-09 -2.091075E-09

   2  7.527939E-10  2.297076E-08 -1.210625E-09
      1.318066E-09 -6.682490E-25  2.091075E-09

   0 -3.419833E-10  5.012534E-11  5.012534E-11  8.136516E-09
      0.000000E+00  1.069141E-10 -1.069141E-10  0.000000E+00

   1 -1.213862E-10  2.474482E-11  2.375585E-11  6.151474E-10 -1.267866E-09
      7.863379E-12  4.464423E-11 -4.223712E-11 -1.317255E-09 -2.097154E-09

   2 -1.213862E-10  2.375585E-11  2.474482E-11  6.151474E-10  2.290963E-08 -1.267866E-09
     -7.863379E-12  4.223712E-11 -4.464423E-11  1.317255E-09 -3.764547E-26  2.097154E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382530E-01
      9.403341E-01

   2  5.823711E-02  1.382530E-01
      4.622400E-01  9.403341E-01

   3  5.823506E-02  5.823689E-02  1.382530E-01
      4.030583E-01  4.489822E-01  9.403341E-01

   4  5.816598E-02  5.817723E-02  5.818948E-02  1.382530E-01
      2.761379E-01  2.828093E-01  2.916224E-01  9.403341E-01

   5  5.815385E-02  5.816598E-02  5.817929E-02  5.823711E-02  1.382530E-01
      2.700097E-01  2.761379E-01  2.841625E-01  4.622400E-01  9.403341E-01
```

```
 6  5.814304E-02  5.815587E-02  5.817006E-02  5.823583E-02  5.823727E-02  1.382530E-01
    2.652319E-01  2.709685E-01  2.784335E-01  4.163423E-01  4.755556E-01  9.403341E-01

 7  5.820824E-02  5.820761E-02  5.820546E-02  5.813603E-02  5.812390E-02  5.811308E-02  1.381942E-01
    5.715045E-01  4.543987E-01  3.997631E-01  2.755933E-01  2.695109E-01  2.647662E-01  9.403965E-01

 8  5.820821E-02  5.820739E-02  5.820502E-02  5.813394E-02  5.812166E-02  5.811072E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
    5.428799E-01  4.434138E-01  3.941731E-01  2.744799E-01  2.684833E-01  2.638010E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

 9  5.823759E-02  5.823666E-02  5.823416E-02  5.816178E-02  5.814936E-02  5.813829E-02  5.820821E-02  5.820824E-02  1.382530E-01
    5.405099E-01  4.393823E-01  3.917680E-01  2.739102E-01  2.679538E-01  2.633009E-01  5.428799E-01  5.715045E-01  9.403341E-01

10  5.826707E-02  5.826624E-02  5.826383E-02  5.819178E-02  5.817936E-02  5.816830E-02  5.823764E-02  5.823765E-02  5.826711E-02
    5.428175E-01  4.433514E-01  3.941107E-01  2.744175E-01  2.684209E-01  2.637386E-01  5.192112E-01  5.249890E-01  5.714421E-01

    1.383120E-01
    9.402717E-01

11  5.826711E-02  5.826647E-02  5.826429E-02  5.819389E-02  5.818162E-02  5.817068E-02  5.823765E-02  5.823764E-02  5.826707E-02
    5.714421E-01  4.543363E-01  3.997007E-01  2.755309E-01  2.694485E-01  2.647039E-01  5.249890E-01  5.192112E-01  5.428175E-01

    5.829661E-02  1.383120E-01
    5.927097E-01  9.402717E-01

12  5.822131E-02  5.822180E-02  5.822099E-02  5.816118E-02  5.814993E-02  5.813983E-02  5.819183E-02  5.819162E-02  5.822087E-02
    4.647482E-01  6.198197E-01  4.461939E-01  2.825458E-01  2.758984E-01  2.707463E-01  4.583446E-01  4.466753E-01  4.413400E-01

    5.825042E-02  5.825064E-02  1.382213E-01
    4.441539E-01  4.549693E-01  9.403677E-01

13  5.822139E-02  5.822179E-02  5.822087E-02  5.816028E-02  5.814896E-02  5.813880E-02  5.819192E-02  5.819172E-02  5.822099E-02
    4.714228E-01  5.961429E-01  4.413400E-01  2.819737E-01  2.753745E-01  2.702569E-01  4.644704E-01  4.518989E-01  4.461939E-01

    5.825053E-02  5.825073E-02  5.820596E-02  1.382213E-01
    4.490254E-01  4.605397E-01  6.502698E-01  9.403677E-01

14  5.823727E-02  5.823764E-02  5.823666E-02  5.817547E-02  5.816407E-02  5.815385E-02  5.820778E-02  5.820759E-02  5.823689E-02
    4.755556E-01  5.995287E-01  4.393823E-01  2.816884E-01  2.751113E-01  2.700097E-01  4.659930E-01  4.533943E-01  4.489822E-01

    5.826645E-02  5.826665E-02  5.822179E-02  5.822180E-02  1.382530E-01
    4.533319E-01  4.659306E-01  5.961429E-01  6.198197E-01  9.403341E-01
```

```
15  5.825310E-02  5.825351E-02  5.825258E-02  5.819153E-02  5.818013E-02  5.816991E-02  5.822358E-02  5.822338E-02  5.825270E-02
    4.713892E-01  5.961093E-01  4.413064E-01  2.819401E-01  2.753409E-01  2.702233E-01  4.605685E-01  4.490542E-01  4.461603E-01

    5.828229E-02  5.828250E-02  5.823765E-02  5.823765E-02  5.825352E-02  1.382847E-01
    4.518029E-01  4.643744E-01  5.672060E-01  5.716218E-01  6.197861E-01  9.403005E-01

16  5.825302E-02  5.825352E-02  5.825270E-02  5.819243E-02  5.818111E-02  5.817095E-02  5.822349E-02  5.822327E-02  5.825258E-02
    4.647146E-01  6.197861E-01  4.461603E-01  2.825122E-01  2.758648E-01  2.707127E-01  4.549981E-01  4.441827E-01  4.413064E-01

    5.828218E-02  5.828240E-02  5.823765E-02  5.823765E-02  5.825351E-02  5.826940E-02  1.382847E-01
    4.465793E-01  4.582486E-01  5.716218E-01  5.672060E-01  5.961093E-01  6.502026E-01  9.403005E-01

17  5.820588E-02  5.820759E-02  5.820824E-02  5.815956E-02  5.814936E-02  5.814012E-02  5.817634E-02  5.817591E-02  5.820502E-02
    4.057966E-01  4.533943E-01  5.715045E-01  2.909435E-01  2.835519E-01  2.778707E-01  4.031207E-01  3.972644E-01  3.941731E-01

    5.823463E-02  5.823506E-02  5.819172E-02  5.819162E-02  5.820739E-02  5.822327E-02  5.822338E-02  1.381942E-01
    3.959518E-01  4.016020E-01  4.518989E-01  4.466753E-01  4.434138E-01  4.441827E-01  4.490542E-01  9.403965E-01

18  5.820626E-02  5.820778E-02  5.820821E-02  5.815782E-02  5.814746E-02  5.813809E-02  5.817673E-02  5.817634E-02  5.820546E-02
    4.123492E-01  4.659930E-01  5.428799E-01  2.895808E-01  2.823154E-01  2.767234E-01  4.094705E-01  4.031207E-01  3.997631E-01

    5.823506E-02  5.823546E-02  5.819192E-02  5.819183E-02  5.820761E-02  5.822349E-02  5.822358E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
    4.016020E-01  4.076906E-01  4.644704E-01  4.583446E-01  4.543987E-01  4.549981E-01  4.605685E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

19  5.823583E-02  5.823727E-02  5.823759E-02  5.818598E-02  5.817547E-02  5.816598E-02  5.820626E-02  5.820588E-02  5.823506E-02
    4.163423E-01  4.755556E-01  5.405099E-01  2.888953E-01  2.816884E-01  2.761379E-01  4.123492E-01  4.057966E-01  4.030583E-01

    5.826471E-02  5.826509E-02  5.822139E-02  5.822131E-02  5.823711E-02  5.825302E-02  5.825310E-02  5.820821E-02  5.820824E-02
    4.057343E-01  4.122868E-01  4.714228E-01  4.647482E-01  4.622400E-01  4.647146E-01  4.713892E-01  5.428799E-01  5.715045E-01

    1.382530E-01
    9.403341E-01

20  5.826509E-02  5.826665E-02  5.826707E-02  5.821595E-02  5.820545E-02  5.819597E-02  5.823546E-02  5.823506E-02  5.826429E-02
    4.122868E-01  4.659306E-01  5.428175E-01  2.895184E-01  2.822531E-01  2.766611E-01  4.076906E-01  4.016020E-01  3.997007E-01

    5.829399E-02  5.829440E-02  5.825073E-02  5.825064E-02  5.826647E-02  5.828240E-02  5.828250E-02  5.823764E-02  5.823765E-02
    4.029959E-01  4.093458E-01  4.605397E-01  4.549693E-01  4.543363E-01  4.582486E-01  4.643744E-01  5.192112E-01  5.249890E-01

    5.826711E-02  1.383120E-01
```

```
     5.714421E-01  9.402717E-01

21   5.826471E-02  5.826645E-02  5.826711E-02  5.821771E-02  5.820738E-02  5.819803E-02  5.823506E-02  5.823463E-02  5.826383E-02
     4.057343E-01  4.533319E-01  5.714421E-01  2.908812E-01  2.834896E-01  2.778084E-01  4.016020E-01  3.959518E-01  3.941107E-01

     5.829355E-02  5.829399E-02  5.825053E-02  5.825042E-02  5.826624E-02  5.828218E-02  5.828229E-02  5.823765E-02  5.823764E-02
     3.971396E-01  4.029959E-01  4.490254E-01  4.441539E-01  4.433514E-01  4.465793E-01  4.518029E-01  5.249890E-01  5.192112E-01

     5.826707E-02  5.829661E-02  1.383120E-01
     5.428175E-01  5.927097E-01  9.402717E-01

22   5.813809E-02  5.814919E-02  5.816128E-02  5.820824E-02  5.820761E-02  5.820626E-02  5.810818E-02  5.810612E-02  5.813394E-02
     2.767234E-01  2.834451E-01  2.923314E-01  5.715045E-01  4.543987E-01  4.123492E-01  2.762002E-01  2.750781E-01  2.744799E-01

     5.816389E-02  5.816598E-02  5.813317E-02  5.813229E-02  5.814746E-02  5.816349E-02  5.816438E-02  5.813141E-02  5.812969E-02
     2.749661E-01  2.760867E-01  2.831959E-01  2.826192E-01  2.823154E-01  2.825529E-01  2.831291E-01  2.916847E-01  2.903088E-01

     5.815782E-02  5.818774E-02  5.818948E-02  1.381942E-01
     2.895808E-01  2.901721E-01  2.915452E-01  9.403965E-01

23   5.814012E-02  5.815107E-02  5.816296E-02  5.820821E-02  5.820739E-02  5.820588E-02  5.811022E-02  5.810818E-02  5.813603E-02
     2.778707E-01  2.847004E-01  2.937452E-01  5.428799E-01  4.434138E-01  4.057966E-01  2.773392E-01  2.762002E-01  2.755933E-01

     5.816598E-02  5.816803E-02  5.813505E-02  5.813418E-02  5.814936E-02  5.816539E-02  5.816627E-02  5.813309E-02  5.813141E-02
     2.760867E-01  2.772242E-01  2.844470E-01  2.838606E-01  2.835519E-01  2.837932E-01  2.843791E-01  2.930862E-01  2.916847E-01

     5.815956E-02  5.818948E-02  5.819119E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
     2.909435E-01  2.915452E-01  2.929438E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

24   5.817006E-02  5.818100E-02  5.819287E-02  5.823759E-02  5.823666E-02  5.823506E-02  5.814012E-02  5.813809E-02  5.816598E-02
     2.784335E-01  2.853212E-01  2.944519E-01  5.405099E-01  4.393823E-01  4.030583E-01  2.778707E-01  2.767234E-01  2.761379E-01

     5.819597E-02  5.819803E-02  5.816495E-02  5.816408E-02  5.817929E-02  5.819535E-02  5.819623E-02  5.816296E-02  5.816128E-02
     2.766611E-01  2.778084E-01  2.850480E-01  2.844566E-01  2.841625E-01  2.844230E-01  2.850144E-01  2.937452E-01  2.923314E-01

     5.818948E-02  5.821945E-02  5.822115E-02  5.820821E-02  5.820824E-02  1.382530E-01
     2.916224E-01  2.922690E-01  2.936829E-01  5.428799E-01  5.715045E-01  9.403341E-01

25   5.819803E-02  5.820911E-02  5.822115E-02  5.826707E-02  5.826624E-02  5.826471E-02  5.816803E-02  5.816598E-02  5.819389E-02
     2.778084E-01  2.846381E-01  2.936829E-01  5.428175E-01  4.433514E-01  4.057343E-01  2.772242E-01  2.760867E-01  2.755309E-01
```

	5.822393E-02	5.822601E-02	5.819304E-02	5.819216E-02	5.820738E-02	5.822346E-02	5.822435E-02	5.819119E-02	5.818948E-02
	2.760755E-01	2.772145E-01	2.843503E-01	2.837644E-01	2.834896E-01	2.837646E-01	2.843510E-01	2.929438E-01	2.915452E-01
	5.821771E-02	5.824773E-02	5.824946E-02	5.823764E-02	5.823765E-02	5.826711E-02	1.383120E-01		
	2.908812E-01	2.915600E-01	2.929615E-01	5.192112E-01	5.249890E-01	5.714421E-01	9.402717E-01		
26	5.819597E-02	5.820721E-02	5.821945E-02	5.826711E-02	5.826647E-02	5.826509E-02	5.816598E-02	5.816389E-02	5.819178E-02
	2.766611E-01	2.833828E-01	2.922690E-01	5.714421E-01	4.543363E-01	4.122868E-01	2.760867E-01	2.749661E-01	2.744175E-01
	5.822182E-02	5.822393E-02	5.819114E-02	5.819025E-02	5.820545E-02	5.822154E-02	5.822244E-02	5.818948E-02	5.818774E-02
	2.749534E-01	2.760755E-01	2.831004E-01	2.825241E-01	2.822531E-01	2.825232E-01	2.831000E-01	2.915452E-01	2.901721E-01
	5.821595E-02	5.824597E-02	5.824773E-02	5.823765E-02	5.823764E-02	5.826707E-02	5.829661E-02	1.383120E-01	
	2.895184E-01	2.901841E-01	2.915600E-01	5.249890E-01	5.192112E-01	5.428175E-01	5.927097E-01	9.402717E-01	
27	5.813880E-02	5.815085E-02	5.816408E-02	5.822131E-02	5.822180E-02	5.822139E-02	5.810887E-02	5.810665E-02	5.813433E-02
	2.702569E-01	2.764044E-01	2.844566E-01	4.647482E-01	6.198197E-01	4.714228E-01	2.697681E-01	2.687371E-01	2.681949E-01
	5.816431E-02	5.816656E-02	5.813482E-02	5.813386E-02	5.814896E-02	5.816501E-02	5.816598E-02	5.813418E-02	5.813229E-02
	2.686521E-01	2.696825E-01	2.761714E-01	2.756457E-01	2.753745E-01	2.755975E-01	2.761230E-01	2.838606E-01	2.826192E-01
	5.816028E-02	5.819025E-02	5.819216E-02	5.819183E-02	5.819162E-02	5.822087E-02	5.825042E-02	5.825064E-02	1.382213E-01
	2.819737E-01	2.825241E-01	2.837644E-01	4.583446E-01	4.466753E-01	4.413400E-01	4.441539E-01	4.549693E-01	9.403677E-01
28	5.813983E-02	5.815181E-02	5.816495E-02	5.822139E-02	5.822179E-02	5.822131E-02	5.810990E-02	5.810769E-02	5.813538E-02
	2.707463E-01	2.769355E-01	2.850480E-01	4.714228E-01	5.961429E-01	4.647482E-01	2.702541E-01	2.692164E-01	2.686710E-01
	5.816536E-02	5.816760E-02	5.813578E-02	5.813482E-02	5.814993E-02	5.816598E-02	5.816694E-02	5.813505E-02	5.813317E-02
	2.691312E-01	2.701682E-01	2.767009E-01	2.761714E-01	2.758984E-01	2.761230E-01	2.766522E-01	2.844470E-01	2.831959E-01
	5.816118E-02	5.819114E-02	5.819304E-02	5.819192E-02	5.819172E-02	5.822099E-02	5.825053E-02	5.825073E-02	5.820596E-02
	2.825458E-01	2.831004E-01	2.843503E-01	4.644704E-01	4.518989E-01	4.461939E-01	4.490254E-01	4.605397E-01	6.502698E-01
	1.382213E-01								
	9.403677E-01								
29	5.815587E-02	5.816786E-02	5.818100E-02	5.823727E-02	5.823764E-02	5.823711E-02	5.812592E-02	5.812371E-02	5.815143E-02
	2.709685E-01	2.771786E-01	2.853212E-01	4.755556E-01	5.995287E-01	4.622400E-01	2.704628E-01	2.694222E-01	2.688867E-01
	5.818143E-02	5.818367E-02	5.815181E-02	5.815085E-02	5.816598E-02	5.818204E-02	5.818300E-02	5.815107E-02	5.814919E-02
	2.693599E-01	2.704005E-01	2.769355E-01	2.764044E-01	2.761379E-01	2.763708E-01	2.769019E-01	2.847004E-01	2.834451E-01

```
     5.817723E-02  5.820721E-02  5.820911E-02  5.820778E-02  5.820759E-02  5.823689E-02  5.826645E-02  5.826665E-02  5.822179E-02
     2.828093E-01  2.833828E-01  2.846381E-01  4.659930E-01  4.533943E-01  4.489822E-01  4.533319E-01  4.659306E-01  5.961429E-01

     5.822180E-02  1.382530E-01
     6.198197E-01  9.403341E-01

30   5.817095E-02  5.818300E-02  5.819623E-02  5.825310E-02  5.825351E-02  5.825302E-02  5.814096E-02  5.813874E-02  5.816647E-02
     2.707127E-01  2.769019E-01  2.850144E-01  4.713892E-01  5.961093E-01  4.647146E-01  2.701969E-01  2.691599E-01  2.686374E-01

     5.819650E-02  5.819875E-02  5.816694E-02  5.816598E-02  5.818111E-02  5.819718E-02  5.819815E-02  5.816627E-02  5.816438E-02
     2.691205E-01  2.701581E-01  2.766522E-01  2.761230E-01  2.758648E-01  2.761043E-01  2.766337E-01  2.843791E-01  2.831291E-01

     5.819243E-02  5.822244E-02  5.822435E-02  5.822358E-02  5.822338E-02  5.825270E-02  5.828229E-02  5.828250E-02  5.823765E-02
     2.825122E-01  2.831000E-01  2.843510E-01  4.605685E-01  4.490542E-01  4.461603E-01  4.518029E-01  4.643744E-01  5.672060E-01

     5.823765E-02  5.825352E-02  1.382847E-01
     5.716218E-01  6.197861E-01  9.403005E-01

31   5.816991E-02  5.818204E-02  5.819535E-02  5.825302E-02  5.825352E-02  5.825310E-02  5.813993E-02  5.813769E-02  5.816541E-02
     2.702233E-01  2.763708E-01  2.844230E-01  4.647146E-01  6.197861E-01  4.713892E-01  2.697112E-01  2.686809E-01  2.681613E-01

     5.819544E-02  5.819770E-02  5.816598E-02  5.816501E-02  5.818013E-02  5.819621E-02  5.819718E-02  5.816539E-02  5.816349E-02
     2.686412E-01  2.696721E-01  2.761230E-01  2.755975E-01  2.753409E-01  2.755786E-01  2.761043E-01  2.837932E-01  2.825529E-01

     5.819153E-02  5.822154E-02  5.822346E-02  5.822349E-02  5.822327E-02  5.825258E-02  5.828218E-02  5.828240E-02  5.823765E-02
     2.819401E-01  2.825232E-01  2.837646E-01  4.549981E-01  4.441827E-01  4.413064E-01  4.465793E-01  4.582486E-01  5.716218E-01

     5.823765E-02  5.825351E-02  5.826940E-02  1.382847E-01
     5.672060E-01  5.961093E-01  6.502026E-01  9.403005E-01

32   5.811072E-02  5.812371E-02  5.813809E-02  5.820588E-02  5.820759E-02  5.820821E-02  5.808080E-02  5.807842E-02  5.810592E-02
     2.638010E-01  2.694222E-01  2.767234E-01  4.057966E-01  4.533943E-01  5.428799E-01  2.633632E-01  2.624159E-01  2.619068E-01

     5.813588E-02  5.813829E-02  5.810769E-02  5.810665E-02  5.812166E-02  5.813769E-02  5.813874E-02  5.810818E-02  5.810612E-02
     2.623181E-01  2.632645E-01  2.692164E-01  2.687371E-01  2.684833E-01  2.686809E-01  2.691599E-01  2.762002E-01  2.750781E-01

     5.813394E-02  5.816389E-02  5.816598E-02  5.817634E-02  5.817591E-02  5.820502E-02  5.823463E-02  5.823506E-02  5.819172E-02
     2.744799E-01  2.749661E-01  2.760867E-01  4.031207E-01  3.972644E-01  3.941731E-01  3.959518E-01  4.016020E-01  4.518989E-01

     5.819162E-02  5.820739E-02  5.822327E-02  5.822338E-02  1.381942E-01
```

```
    4.466753E-01  4.434138E-01  4.441827E-01  4.490542E-01  9.403965E-01

33  5.811308E-02  5.812592E-02  5.814012E-02  5.820626E-02  5.820778E-02  5.820824E-02  5.808317E-02  5.808080E-02  5.810833E-02
    2.647662E-01  2.704628E-01  2.778707E-01  4.123492E-01  4.659930E-01  5.715045E-01  2.643225E-01  2.633632E-01  2.628479E-01

    5.813829E-02  5.814068E-02  5.810990E-02  5.810887E-02  5.812390E-02  5.813993E-02  5.814096E-02  5.811022E-02  5.810818E-02
    2.632645E-01  2.642229E-01  2.702541E-01  2.697681E-01  2.695109E-01  2.697112E-01  2.701969E-01  2.773392E-01  2.762002E-01

    5.813603E-02  5.816598E-02  5.816803E-02  5.817673E-02  5.817634E-02  5.820546E-02  5.823506E-02  5.823546E-02  5.819192E-02
    2.755933E-01  2.760867E-01  2.772242E-01  4.094705E-01  4.031207E-01  3.997631E-01  4.016020E-01  4.076906E-01  4.644704E-01

    5.819183E-02  5.820761E-02  5.822349E-02  5.822358E-02  5.817887E-02  1.381942E-01
    4.583446E-01  4.543987E-01  4.549981E-01  4.605685E-01  5.928344E-01  9.403965E-01

34  5.813829E-02  5.815143E-02  5.816598E-02  5.823506E-02  5.823689E-02  5.823759E-02  5.810833E-02  5.810592E-02  5.813344E-02
    2.633009E-01  2.688867E-01  2.761379E-01  4.030583E-01  4.489822E-01  5.405099E-01  2.628479E-01  2.619068E-01  2.614182E-01

    5.816344E-02  5.816588E-02  5.813538E-02  5.813433E-02  5.814936E-02  5.816541E-02  5.816647E-02  5.813603E-02  5.813394E-02
    2.618445E-01  2.627856E-01  2.686710E-01  2.681949E-01  2.679538E-01  2.681613E-01  2.686374E-01  2.755933E-01  2.744799E-01

    5.816178E-02  5.819178E-02  5.819389E-02  5.820546E-02  5.820502E-02  5.823416E-02  5.826383E-02  5.826429E-02  5.822099E-02
    2.739102E-01  2.744175E-01  2.755309E-01  3.997631E-01  3.941731E-01  3.917680E-01  3.941107E-01  3.997007E-01  4.461939E-01

    5.822087E-02  5.823666E-02  5.825258E-02  5.825270E-02  5.820824E-02  5.820821E-02  1.382530E-01
    4.413400E-01  4.393823E-01  4.413064E-01  4.461603E-01  5.715045E-01  5.428799E-01  9.403341E-01

35  5.817068E-02  5.818367E-02  5.819803E-02  5.826509E-02  5.826665E-02  5.826711E-02  5.814068E-02  5.813829E-02  5.816588E-02
    2.647039E-01  2.704005E-01  2.778084E-01  4.122868E-01  4.659306E-01  5.714421E-01  2.642229E-01  2.632645E-01  2.627856E-01

    5.819593E-02  5.819835E-02  5.816760E-02  5.816656E-02  5.818162E-02  5.819770E-02  5.819875E-02  5.816803E-02  5.816598E-02
    2.632385E-01  2.641979E-01  2.701682E-01  2.696825E-01  2.694485E-01  2.696721E-01  2.701581E-01  2.772242E-01  2.760867E-01

    5.819389E-02  5.822393E-02  5.822601E-02  5.823546E-02  5.823506E-02  5.826429E-02  5.829399E-02  5.829440E-02  5.825073E-02
    2.755309E-01  2.760755E-01  2.772145E-01  4.076906E-01  4.016020E-01  3.997007E-01  4.029959E-01  4.093458E-01  4.605397E-01

    5.825064E-02  5.826647E-02  5.828240E-02  5.828250E-02  5.823764E-02  5.823765E-02  5.826707E-02  1.383120E-01
    4.549693E-01  4.543363E-01  4.582486E-01  4.643744E-01  5.192112E-01  5.249890E-01  5.428175E-01  9.402717E-01

36  5.816830E-02  5.818143E-02  5.819597E-02  5.826471E-02  5.826645E-02  5.826707E-02  5.813829E-02  5.813588E-02  5.816344E-02
    2.637386E-01  2.693599E-01  2.766611E-01  4.057343E-01  4.533319E-01  5.428175E-01  2.632645E-01  2.623181E-01  2.618445E-01
```

	5.819350E-02	5.819593E-02	5.816536E-02	5.816431E-02	5.817936E-02	5.819544E-02	5.819650E-02	5.816598E-02	5.816389E-02
	2.622913E-01	2.632385E-01	2.691312E-01	2.686521E-01	2.684209E-01	2.686412E-01	2.691205E-01	2.760867E-01	2.749661E-01
	5.819178E-02	5.822182E-02	5.822393E-02	5.823506E-02	5.823463E-02	5.826383E-02	5.829355E-02	5.829399E-02	5.825053E-02
	2.744175E-01	2.749534E-01	2.760755E-01	4.016020E-01	3.959518E-01	3.941107E-01	3.971396E-01	4.029959E-01	4.490254E-01
	5.825042E-02	5.826624E-02	5.828218E-02	5.828229E-02	5.823765E-02	5.823764E-02	5.826711E-02	5.829661E-02	1.383120E-01
	4.441539E-01	4.433514E-01	4.465793E-01	4.518029E-01	5.249890E-01	5.192112E-01	5.714421E-01	5.927097E-01	9.402717E-01
37	5.797702E-02	5.797483E-02	5.797093E-02	5.789097E-02	5.787805E-02	5.786659E-02	5.794820E-02	5.794846E-02	5.797755E-02
	3.917115E-01	3.724721E-01	3.521066E-01	2.656332E-01	2.603429E-01	2.561742E-01	3.985574E-01	4.024185E-01	3.983968E-01
	5.800644E-02	5.800617E-02	5.795933E-02	5.795955E-02	5.797525E-02	5.799077E-02	5.799055E-02	5.794235E-02	5.794300E-02
	3.912996E-01	3.883832E-01	3.748052E-01	3.764180E-01	3.754992E-01	3.730609E-01	3.715815E-01	3.552233E-01	3.581984E-01
	5.797224E-02	5.800090E-02	5.800024E-02	5.786362E-02	5.786580E-02	5.789536E-02	5.792278E-02	5.792058E-02	5.786328E-02
	3.577854E-01	3.543563E-01	3.516551E-01	2.663142E-01	2.673007E-01	2.675976E-01	2.668837E-01	2.659064E-01	2.606405E-01
	5.786437E-02	5.788020E-02	5.789499E-02	5.789389E-02	5.783453E-02	5.783703E-02	5.786159E-02	5.789371E-02	5.789120E-02
	2.610661E-01	2.611750E-01	2.608701E-01	2.604464E-01	2.550515E-01	2.559019E-01	2.544788E-01	2.555773E-01	2.547327E-01
	4.289951E+00								
	1.022084E+00								
38	5.797403E-02	5.797705E-02	5.797935E-02	5.794633E-02	5.793785E-02	5.793004E-02	5.794479E-02	5.794414E-02	5.797273E-02
	3.579053E-01	3.756924E-01	3.987537E-01	3.011017E-01	2.929072E-01	2.866405E-01	3.583055E-01	3.553222E-01	3.522095E-01
	5.800204E-02	5.800269E-02	5.796134E-02	5.796113E-02	5.797663E-02	5.799235E-02	5.799257E-02	5.795026E-02	5.794999E-02
	3.517685E-01	3.544783E-01	3.766036E-01	3.749830E-01	3.726501E-01	3.717662E-01	3.732530E-01	4.027703E-01	3.988747E-01
	5.797881E-02	5.800797E-02	5.800824E-02	5.791829E-02	5.791967E-02	5.794912E-02	5.797725E-02	5.797584E-02	5.792273E-02
	3.920099E-01	3.886875E-01	3.916288E-01	3.023213E-01	3.038978E-01	3.042191E-01	3.029120E-01	3.013730E-01	2.934175E-01
	5.792346E-02	5.793928E-02	5.795442E-02	5.795368E-02	5.789880E-02	5.790053E-02	5.792656E-02	5.795788E-02	5.795613E-02
	2.940691E-01	2.941775E-01	2.936493E-01	2.930043E-01	2.850525E-01	2.863135E-01	2.841364E-01	2.856695E-01	2.844275E-01
	5.771204E-02	6.777793E-01							
	3.385744E-01	9.856778E-01							
39	5.794455E-02	5.793607E-02	5.792479E-02	5.779104E-02	5.777307E-02	5.775746E-02	5.791650E-02	5.791789E-02	5.794734E-02
	3.010766E-01	2.928873E-01	2.841211E-01	2.359957E-01	2.323704E-01	2.294602E-01	3.022985E-01	3.038739E-01	3.041917E-01

```
      5.797546E-02  5.797405E-02  5.792095E-02  5.792168E-02  5.793750E-02  5.795263E-02  5.795190E-02  5.789703E-02  5.789876E-02
      3.028824E-01  3.013446E-01  2.933987E-01  2.940499E-01  2.941569E-01  2.936277E-01  2.929831E-01  2.850388E-01  2.862993E-01

      5.792827E-02  5.795610E-02  5.795435E-02  5.776460E-02  5.776768E-02  5.779723E-02  5.782374E-02  5.782063E-02  5.775875E-02
      2.866240E-01  2.856515E-01  2.844101E-01  2.364302E-01  2.370948E-01  2.373223E-01  2.368732E-01  2.362114E-01  2.325645E-01

      5.776025E-02  5.777603E-02  5.779036E-02  5.778885E-02  5.772458E-02  5.772794E-02  5.775072E-02  5.778366E-02  5.778028E-02
      2.328585E-01  2.329456E-01  2.327481E-01  2.324548E-01  2.286521E-01  2.292515E-01  2.282634E-01  2.290598E-01  2.284625E-01

      5.770248E-02  5.766056E-02  4.289951E+00
      3.203954E-01  2.766873E-01  1.022084E+00

   40 5.786835E-02  5.788196E-02  5.789712E-02  5.797403E-02  5.797705E-02  5.797881E-02  5.783878E-02  5.783629E-02  5.786334E-02
      2.561805E-01  2.611824E-01  2.676068E-01  3.579053E-01  3.756924E-01  3.920099E-01  2.559072E-01  2.550567E-01  2.544847E-01

      5.789296E-02  5.789547E-02  5.786613E-02  5.786504E-02  5.787981E-02  5.789565E-02  5.789675E-02  5.786757E-02  5.786539E-02
      2.547396E-01  2.555844E-01  2.610729E-01  2.606472E-01  2.603502E-01  2.604542E-01  2.608781E-01  2.673085E-01  2.663218E-01

      5.789274E-02  5.792234E-02  5.792455E-02  5.794479E-02  5.794414E-02  5.797273E-02  5.800204E-02  5.800269E-02  5.796134E-02
      2.656418E-01  2.659163E-01  2.668939E-01  3.583055E-01  3.553222E-01  3.522095E-01  3.517685E-01  3.544783E-01  3.766036E-01

      5.796113E-02  5.797663E-02  5.799235E-02  5.799257E-02  5.795026E-02  5.794999E-02  5.797935E-02  5.800797E-02  5.800824E-02
      3.749830E-01  3.726501E-01  3.717662E-01  3.732530E-01  4.027703E-01  3.988747E-01  3.987537E-01  3.886875E-01  3.916288E-01

      5.759463E-02  5.766231E-02  5.748156E-02  6.777793E-01
      2.492116E-01  2.766855E-01  2.244746E-01  9.856778E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

    1 1.119862E-01
      4.608278E-01

    2 9.885508E-02  1.130628E-01
      2.947805E-01  4.928944E-01

    3 9.922455E-02  1.003229E-01  1.149416E-01
      2.386399E-01  2.847238E-01  4.406637E-01

    4 8.694219E-02  8.762106E-02  8.850320E-02  1.022573E-01
```

```
      1.239874E-01  1.271576E-01  1.305336E-01  4.550093E-01

   5  8.611800E-02  8.675789E-02  8.758519E-02  8.994740E-02  1.049221E-01
      1.168343E-01  1.194344E-01  1.221211E-01  2.909386E-01  4.909453E-01

   6  8.543702E-02  8.604739E-02  8.683028E-02  9.106086E-02  9.288056E-02  1.081597E-01
      1.096517E-01  1.117688E-01  1.138827E-01  2.367525E-01  2.846477E-01  4.423809E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.122652E-01
      1.010225E+00

   1 -3.238378E-02 -1.715171E-02
     -8.637294E-03  1.035440E-02

   2  3.018442E-02  1.386266E-02  1.751854E-02
     -7.339260E-03  1.920806E-01  9.696292E-03

   0  2.606141E-01  1.301965E-03 -3.418830E-03  2.877056E-01
      3.584572E-01 -4.711381E-03 -3.272433E-03  1.004338E+00

   1 -5.438326E-03  4.841358E-04 -1.014379E-04 -3.188150E-02 -1.710856E-02
      1.223033E-02 -3.271163E-04 -5.689737E-04 -1.207472E-02  1.027524E-02

   2  7.890707E-03  1.772703E-05 -5.234371E-04  2.744148E-02  1.381678E-02  1.742140E-02
      1.099112E-02 -5.835964E-04 -2.527766E-04 -9.562653E-03  1.919989E-01  9.691730E-03
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.74728E+02	-8.58831E+00	2.38640E-03	2.07232E+05	3.45387E+03	3.12265E-01	1.01022E+00	3.20117E-06
Positive:	1.49126E+02	-2.06397E+00	4.03980E-04	2.92115E+05	4.86858E+03	1.38627E-02	1.92081E-01	8.65977E-06

- **ACOPLAMENTO MUTUO LT 500 kV CAPELINHA 3 - GOVERNADOR VALADARES 6 C1 E C2**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 10-Nov-22  15:53:50   Name of disk plot file is  838amu.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                 0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                 01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:838AMU.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 05/04/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  ACOPLAMENTO LT'S 500 KV CAPELINHA - GOV VALADARES C1 E C2
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  CIRCUITO SIMPLES FEIXE EXPNADIDO LOTE 1
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X ACAR 838 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  PARA-RAIO : 1 X AÇO 3/8 + 1 OPGW 13.4
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  SKIN  RESIS     REACT    DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678   -5.45   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -5.975   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -7.025   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678   -7.55   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -7.025   33.51   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  1 .50 0.078530 4          2.678  -5.975   33.51   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678    0.48   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  35.495  14.485     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  35.495  14.485     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48   34.80   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  34.105  13.095      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  34.105  13.095      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.550   34.80   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.025   36.09   15.08      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   5.975   36.09   15.08      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678    5.45   34.80   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   5.975   33.51   12.50      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.025   33.51   12.50      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  4 .50 0.078530 4          2.678   64.55   34.80   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  4 .50 0.078530 4          2.678  64.025   36.09   15.08      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  4 .50 0.078530 4          2.678  62.975   36.09   15.08      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  4 .50 0.078530 4          2.678   62.45   34.80   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  4 .50 0.078530 4          2.678  62.975   33.51   12.50      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  4 .50 0.078530 4          2.678  64.025   33.51   12.50      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  5 .50 0.078530 4          2.678   70.48   34.80   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  5 .50 0.078530 4          2.678  70.245  35.495  14.485      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  5 .50 0.078530 4          2.678  69.755  35.495  14.485      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  5 .50 0.078530 4          2.678   69.52   34.80   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  5 .50 0.078530 4          2.678  69.755  34.105  13.095      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  5 .50 0.078530 4          2.678  70.245  34.105  13.095      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  6 .50 0.078530 4          2.678  75.450   34.80   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  6 .50 0.078530 4          2.678  77.025   36.06   15.08      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  6 .50 0.078530 4          2.678  75.975   36.06   15.08      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  6 .50 0.078530 4          2.678   77.55   34.80   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  6 .50 0.078530 4          2.678  75.975   33.51   12.50      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  6 .50 0.078530 4          2.678  77.025   33.51   12.50      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4        0.9144  -16.30   44.34   26.47      0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4        1.3400   16.30   44.34   26.32      0.0    0.0        0
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4        0.9144  -53.70   44.34   26.47      0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4        1.3400   86.30   44.34   26.32      0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.   NUMDCD = 62.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.   NUMDCD = 63.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.   NUMDCD = 64.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.   NUMDCD = 65.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.   NUMDCD = 66.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.   NUMDCD = 67.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.   NUMDCD = 68.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.   NUMDCD = 69.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.   NUMDCD = 70.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
```

```
Comment card.   NUMDCD = 71.                          |C     RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST      S          MD
Comment card.   NUMDCD = 72.                          |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02   |1000.        60.00          1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.450	20.793	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.480	20.793	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.550	20.793	
4	4	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	64.550	20.793	
5	5	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	70.480	20.793	
6	6	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	75.450	20.793	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.975	22.083	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.025	22.083	
9	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.550	20.793	
10	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.025	19.503	
11	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.975	19.503	
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	21.488	
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	21.488	
14	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	20.793	
15	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	20.098	
16	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	20.098	
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.025	22.083	
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.975	22.083	
19	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.450	20.793	
20	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.975	19.503	
21	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.025	19.503	
22	4	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	64.025	22.083	
23	4	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	62.975	22.083	
24	4	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	62.450	20.793	
25	4	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	62.975	19.503	
26	4	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	64.025	19.503	
27	5	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	70.245	21.488	
28	5	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	69.755	21.488	
29	5	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	69.520	20.793	
30	5	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	69.755	20.098	
31	5	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	70.245	20.098	
32	6	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	77.025	22.073	
33	6	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	75.975	22.073	
34	6	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	77.550	20.793	

35	6	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	75.975	19.503
36	6	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	77.025	19.503
37	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-16.300	32.427
38	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	16.300	32.327
39	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-53.700	32.427
40	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	86.300	32.327

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.023168E-08

2 -1.523255E-10 1.176164E-08

3 -5.157712E-11 -1.246909E-10 1.009405E-08

4 -2.217479E-12 -2.189244E-12 -7.908301E-12 1.022708E-08

5 -1.042364E-12 -9.729937E-13 -3.264549E-12 -1.542005E-10 1.176083E-08

6 -1.278592E-12 -1.156097E-12 -3.713007E-12 -8.365621E-11 -3.364034E-10 1.023516E-08

7 -1.964732E-09 -1.343367E-10 -5.687049E-11 -3.325698E-12 -1.589698E-12 -1.966407E-12 1.022638E-08

8 -1.061220E-09 -9.318135E-11 -4.867919E-11 -3.407300E-12 -1.648964E-12 -2.054065E-12 -2.654463E-09 1.015918E-08

9 -1.016763E-09 -7.249161E-11 -3.808172E-11 -2.504059E-12 -1.214713E-12 -1.516447E-12 -1.094237E-09 -2.066556E-09 1.009325E-08

10 -1.054505E-09 -8.848886E-11 -4.108857E-11 -1.940968E-12 -9.252646E-13 -1.145540E-12 -6.224058E-10 -7.898303E-10 -2.058378E-09
1.017654E-08

11 -1.957688E-09 -1.294147E-10 -4.887514E-11 -1.781452E-12 -8.302685E-13 -1.015228E-12 -7.233786E-10 -6.212575E-10 -1.085614E-09
-2.637343E-09 1.024315E-08

12 -2.035299E-10 -2.441393E-09 -1.243028E-10 -2.934915E-12 -1.332262E-12 -1.600854E-12 -2.102215E-10 -1.428907E-10 -9.529882E-11

-9.600872E-11 -1.394709E-10 1.189879E-08

13 -3.027174E-10 -1.321151E-09 -9.509854E-11 -2.744965E-12 -1.258585E-12 -1.520868E-12 -2.910430E-10 -1.864574E-10 -1.245365E-10
-1.292796E-10 -2.000794E-10 -3.662883E-09 1.189877E-08

14 -3.357666E-10 -1.447379E-09 -7.236605E-11 -1.876467E-12 -8.527921E-13 -1.026284E-12 -2.625859E-10 -1.619519E-10 -1.248672E-10
-1.571896E-10 -2.575959E-10 -1.321159E-09 -2.441413E-09 1.176162E-08

15 -2.984561E-10 -1.318105E-09 -9.001223E-11 -1.709217E-12 -7.551702E-13 -8.953621E-13 -2.007321E-10 -1.292241E-10 -1.193338E-10
-1.754970E-10 -2.802677E-10 -6.509803E-10 -7.988940E-10 -2.438359E-09 1.190579E-08

16 -1.992858E-10 -2.438346E-09 -1.191948E-10 -1.878968E-12 -8.197646E-13 -9.647274E-13 -1.401074E-10 -9.594267E-11 -9.012621E-11
-1.320012E-10 -1.995091E-10 -7.988819E-10 -6.509788E-10 -1.318109E-09 -3.655878E-09 1.190579E-08

17 -6.569664E-11 -1.617535E-10 -2.065628E-09 -8.482614E-12 -3.603480E-12 -4.166805E-12 -8.262832E-11 -6.991736E-11 -4.872568E-11
-4.465311E-11 -5.200773E-11 -1.861963E-10 -1.426707E-10 -9.304519E-11 -9.581787E-11 -1.290686E-10 1.016026E-08

18 -8.282076E-11 -2.624479E-10 -1.093540E-09 -6.586935E-12 -2.853605E-12 -3.337653E-12 -1.012737E-10 -8.271033E-11 -5.697574E-11
-5.307797E-11 -6.425290E-11 -2.908646E-10 -2.100770E-10 -1.342500E-10 -1.400259E-10 -2.006254E-10 -2.653655E-09 1.022698E-08

19 -8.165894E-11 -3.356887E-10 -1.016352E-09 -4.312461E-12 -1.842704E-12 -2.139890E-12 -8.283955E-11 -6.577007E-11 -5.166070E-11
-5.940408E-11 -7.614647E-11 -3.026177E-10 -2.034510E-10 -1.522791E-10 -1.992415E-10 -2.983962E-10 -1.060745E-09 -1.964383E-09
1.023188E-08

20 -7.612925E-11 -2.575171E-10 -1.085227E-09 -4.501375E-12 -1.849974E-12 -2.100654E-12 -6.424146E-11 -5.203821E-11 -4.892076E-11
-6.664832E-11 -8.545856E-11 -1.999770E-10 -1.393866E-10 -1.293635E-10 -1.994614E-10 -2.802064E-10 -6.208083E-10 -7.230450E-10
-1.957493E-09 1.024334E-08

21 -5.935010E-11 -1.570662E-10 -2.057816E-09 -6.339792E-12 -2.574092E-12 -2.900341E-12 -5.301230E-11 -4.463214E-11 -4.109890E-11
-5.374080E-11 -6.662097E-11 -1.291165E-10 -9.586974E-11 -8.840208E-11 -1.319222E-10 -1.753999E-10 -7.891740E-10 -6.219133E-10

-1.054215E-09 -2.637068E-09 1.017694E-08

22 -3.521076E-12 -3.437009E-12 -1.220787E-11 -1.972499E-09 -1.374940E-10 -8.622851E-11 -5.304086E-12 -5.444961E-12 -3.998502E-12

-3.084033E-12 -2.817714E-12 -4.634598E-12 -4.343724E-12 -2.959886E-12 -2.674655E-12 -2.932530E-12 -1.320292E-11 -1.030030E-11

-6.710768E-12 -6.926332E-12 -9.730378E-12 1.021326E-08

23 -4.401288E-12 -4.370912E-12 -1.587768E-11 -1.071116E-09 -9.718151E-11 -7.005936E-11 -6.593244E-12 -6.742905E-12 -4.949788E-12

-3.840599E-12 -3.533766E-12 -5.853718E-12 -5.469320E-12 -3.738441E-12 -3.409329E-12 -3.752288E-12 -1.701825E-11 -1.319707E-11

-8.637563E-12 -9.024471E-12 -1.272290E-11 -2.671184E-09 1.013786E-08

24 -3.843747E-12 -3.917485E-12 -1.472403E-11 -1.024940E-09 -7.578670E-11 -5.518124E-11 -5.704210E-12 -5.802331E-12 -4.261307E-12

-3.340968E-12 -3.107248E-12 -5.186572E-12 -4.823149E-12 -3.316062E-12 -3.071351E-12 -3.399479E-12 -1.554900E-11 -1.194594E-11

-7.884621E-12 -8.405728E-12 -1.191055E-11 -1.108060E-09 -2.084189E-09 1.007868E-08

25 -2.935692E-12 -3.040109E-12 -1.166993E-11 -1.060263E-09 -9.081116E-11 -6.187177E-11 -4.328484E-12 -4.389191E-12 -3.226674E-12

-2.548484E-12 -2.386120E-12 -3.993402E-12 -3.702674E-12 -2.556925E-12 -2.393591E-12 -2.658406E-12 -1.220100E-11 -9.318784E-12

-6.188750E-12 -6.687992E-12 -9.504105E-12 -6.321409E-10 -8.022470E-10 -2.068637E-09 1.016932E-08

26 -2.125824E-12 -2.175264E-12 -8.235535E-12 -1.961799E-09 -1.310829E-10 -7.790932E-11 -3.146994E-12 -3.200387E-12 -2.353646E-12

-1.850857E-12 -1.724110E-12 -2.870119E-12 -2.666897E-12 -1.837976E-12 -1.710451E-12 -1.895045E-12 -8.654363E-12 -6.634519E-12

-4.394527E-12 -4.716414E-12 -6.688733E-12 -7.303273E-10 -6.301148E-10 -1.092930E-09 -2.642490E-09 1.023947E-08

27 -1.555755E-12 -1.443105E-12 -4.789121E-12 -2.064139E-10 -2.442629E-09 -3.038364E-10 -2.378296E-12 -2.469166E-12 -1.817899E-12

-1.381047E-12 -1.236338E-12 -1.982799E-12 -1.875338E-12 -1.268290E-12 -1.117745E-12 -1.211393E-12 -5.315697E-12 -4.222192E-12

-2.717973E-12 -2.708105E-12 -3.761196E-12 -2.150798E-10 -1.490529E-10 -1.003788E-10 -9.958900E-11 -1.420400E-10 1.189691E-08

28 -1.646165E-12 -1.540948E-12 -5.178285E-12 -3.058682E-10 -1.322481E-09 -2.048242E-10 -2.510166E-12 -2.600915E-12 -1.913919E-12

-1.457711E-12 -1.309654E-12 -2.110190E-12 -1.992593E-12 -1.349337E-12 -1.194468E-12 -1.297292E-12 -5.719960E-12 -4.528340E-12

-2.921405E-12 -2.929966E-12 -4.078201E-12 -2.963547E-10 -1.932042E-10 -1.301027E-10 -1.332017E-10 -2.028896E-10 -3.664915E-09

1.189657E-08

29 -1.185632E-12 -1.129634E-12 -3.895625E-12 -3.380414E-10 -1.448332E-09 -1.532502E-10 -1.797695E-12 -1.856327E-12 -1.365983E-12

-1.046704E-12 -9.469249E-13 -1.535137E-12 -1.444962E-12 -9.820180E-13 -8.783751E-13 -9.579898E-13 -4.254928E-12 -3.345154E-12

-2.170676E-12 -2.210717E-12 -3.090376E-12 -2.664227E-10 -1.668280E-10 -1.288906E-10 -1.600238E-10 -2.596254E-10 -1.322617E-09

-2.442996E-09 1.176048E-08

30 -9.786659E-13 -9.466489E-13 -3.339747E-12 -3.002621E-10 -1.318865E-09 -1.999665E-10 -1.475855E-12 -1.519918E-12 -1.119169E-12

-8.627257E-13 -7.851274E-13 -1.277089E-12 -1.198739E-12 -8.177839E-13 -7.388090E-13 -8.086653E-13 -3.609280E-12 -2.819940E-12

-1.840748E-12 -1.901980E-12 -2.668407E-12 -2.037779E-10 -1.330922E-10 -1.225234E-10 -1.777435E-10 -2.818774E-10 -6.521433E-10

-8.001546E-10 -2.439265E-09 1.190506E-08

31 -9.041560E-13 -8.642315E-13 -3.002933E-12 -2.008977E-10 -2.439036E-09 -2.989894E-10 -1.368263E-12 -1.412919E-12 -1.041028E-12

-7.995936E-13 -7.241695E-13 -1.170980E-12 -1.101472E-12 -7.501008E-13 -6.737579E-13 -7.355156E-13 -3.264011E-12 -2.560474E-12

-1.666825E-12 -1.708869E-12 -2.391545E-12 -1.428234E-10 -9.938578E-11 -9.296260E-11 -1.339994E-10 -2.009435E-10 -7.999358E-10

-6.521160E-10 -1.318925E-09 -3.656528E-09 1.190521E-08

32 -2.030537E-12 -1.788437E-12 -5.521570E-12 -6.853843E-11 -1.629161E-10 -1.063432E-09 -3.144426E-12 -3.302197E-12 -2.441344E-12

-1.831723E-12 -1.607386E-12 -2.500943E-12 -2.387107E-12 -1.604808E-12 -1.381811E-12 -1.479279E-12 -6.295347E-12 -5.095095E-12

-3.244137E-12 -3.116890E-12 -4.271938E-12 -8.740949E-11 -7.600137E-11 -5.374858E-11 -4.820321E-11 -5.456064E-11 -1.879161E-10

-1.445703E-10 -9.445368E-11 -9.698460E-11 -1.301292E-10 1.016417E-08

33 -1.956021E-12 -1.744274E-12 -5.479299E-12 -8.568537E-11 -2.635470E-10 -1.976187E-09 -3.020400E-12 -3.163113E-12 -2.335680E-12

-1.757079E-12 -1.549174E-12 -2.429512E-12 -2.313899E-12 -1.557433E-12 -1.348005E-12 -1.447380E-12 -6.208279E-12 -5.002248E-12

-3.192533E-12 -3.093314E-12 -4.253581E-12 -1.061058E-10 -8.891525E-11 -6.212404E-11 -5.671892E-11 -6.685554E-11 -2.923991E-10
-2.118369E-10 -1.356133E-10 -1.412013E-10 -2.017076E-10 -2.651280E-09 1.023096E-08

34 -1.498953E-12 -1.314389E-12 -4.042100E-12 -5.366412E-11 -1.255725E-10 -1.014531E-09 -2.322411E-12 -2.442374E-12 -1.807856E-12
-1.356149E-12 -1.187909E-12 -1.838903E-12 -1.756482E-12 -1.181304E-12 -1.016721E-12 -1.087440E-12 -4.609838E-12 -3.734302E-12
-2.378832E-12 -2.284785E-12 -3.129067E-12 -6.038616E-11 -5.308314E-11 -4.167798E-11 -4.361742E-11 -5.070479E-11 -1.257154E-10
-9.662849E-11 -7.344154E-11 -9.084072E-11 -1.199226E-10 -2.077697E-09 -1.096405E-09 1.009692E-08

35 -1.009991E-12 -9.172466E-13 -2.977446E-12 -7.765865E-11 -2.581619E-10 -1.956794E-09 -1.549895E-12 -1.618848E-12 -1.196723E-12
-9.064073E-13 -8.044421E-13 -1.265626E-12 -1.201334E-12 -8.124917E-13 -7.124073E-13 -7.686255E-13 -3.320436E-12 -2.651701E-12
-1.706470E-12 -1.689607E-12 -2.337151E-12 -6.681703E-11 -5.527787E-11 -5.157465E-11 -6.851652E-11 -8.680722E-11 -2.009939E-10
-1.404897E-10 -1.301459E-10 -2.000726E-10 -2.807480E-10 -6.237615E-10 -7.268422E-10 -1.084846E-09 1.024323E-08

36 -1.134338E-12 -1.008427E-12 -3.175141E-12 -6.096375E-11 -1.577850E-10 -1.053766E-09 -1.750283E-12 -1.836476E-12 -1.359537E-12
-1.024228E-12 -9.016364E-13 -1.402092E-12 -1.335907E-12 -9.010095E-13 -7.820757E-13 -8.394786E-13 -3.582742E-12 -2.884077E-12
-1.846685E-12 -1.799553E-12 -2.475450E-12 -5.572042E-11 -4.801940E-11 -4.386559E-11 -5.569163E-11 -6.803861E-11 -1.302327E-10
-9.706569E-11 -8.924789E-11 -1.325894E-10 -1.760031E-10 -7.931717E-10 -6.249628E-10 -2.057447E-09 -2.637290E-09 1.017659E-08

37 -1.713557E-10 -6.810125E-11 -7.120982E-11 -1.077249E-11 -5.447893E-12 -6.951452E-12 -2.888967E-10 -3.692953E-10 -3.069312E-10
-2.170956E-10 -1.544744E-10 -1.051624E-10 -1.155729E-10 -8.375268E-11 -6.643753E-11 -5.881165E-11 -1.032618E-10 -1.076826E-10
-7.211898E-11 -5.337739E-11 -5.448186E-11 -1.733597E-11 -2.117593E-11 -1.786295E-11 -1.335533E-11 -9.845844E-12 -8.182013E-12
-8.559417E-12 -6.036794E-12 -4.896871E-12 -4.596064E-12 -1.137626E-11 -1.079603E-11 -8.454175E-12 -5.478120E-12 -6.309769E-12
6.167355E-09

38 -7.557406E-11 -8.771031E-11 -3.223959E-10 -4.038392E-11 -1.748483E-11 -2.036032E-11 -1.128188E-10 -1.083314E-10 -7.483137E-11

-5.727121E-11 -5.602877E-11 -1.209606E-10 -1.100500E-10 -7.130205E-11 -6.163035E-11 -6.962763E-11 -3.875660E-10 -3.029043E-10

-1.796929E-10 -1.621739E-10 -2.280613E-10 -6.357598E-11 -8.133082E-11 -7.304024E-11 -5.648960E-11 -4.022657E-11 -2.598173E-11

-2.788620E-11 -2.052254E-11 -1.718719E-11 -1.559581E-11 -3.101730E-11 -3.056488E-11 -2.261829E-11 -1.605979E-11 -1.741596E-11

-2.618921E-10 6.442166E-09

39 -3.770648E-11 -1.663549E-11 -2.220882E-11 -6.517087E-12 -3.534770E-12 -4.702140E-12 -5.824617E-11 -7.452249E-11 -6.836963E-11

-5.407878E-11 -3.851492E-11 -2.451350E-11 -2.617078E-11 -1.933597E-11 -1.639609E-11 -1.494713E-11 -3.039832E-11 -2.972814E-11

-1.970422E-11 -1.565811E-11 -1.708460E-11 -1.054496E-11 -1.262138E-11 -1.037884E-11 -7.667192E-12 -5.755387E-12 -5.309508E-12

-5.491832E-12 -3.816352E-12 -3.071559E-12 -2.929494E-12 -7.913318E-12 -7.377905E-12 -5.958017E-12 -3.738823E-12 -4.417919E-12

-3.464568E-10 -1.007675E-10 5.870186E-09

40 -7.074367E-12 -5.966411E-12 -1.726838E-11 -8.359555E-11 -9.163569E-11 -1.847755E-10 -1.106092E-11 -1.172535E-11 -8.704358E-12

-6.474208E-12 -5.591373E-12 -8.461603E-12 -8.138338E-12 -5.449093E-12 -4.606646E-12 -4.878825E-12 -2.016166E-11 -1.659144E-11

-1.047320E-11 -9.745621E-12 -1.318635E-11 -1.261979E-10 -1.249554E-10 -8.836393E-11 -6.684539E-11 -6.306087E-11 -1.267939E-10

-1.161819E-10 -7.566266E-11 -6.518488E-11 -7.297802E-11 -3.950720E-10 -3.098236E-10 -3.292086E-10 -1.665869E-10 -2.334414E-10

-4.164783E-11 -9.956127E-11 -3.060428E-11 6.410912E-09

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.831343E-08

2 -6.152213E-09 1.772459E-08

3 -2.219284E-09 -6.147871E-09 1.833132E-08

4 -1.296852E-10 -1.161251E-10 -3.390025E-10 1.795980E-08

5 -5.071916E-11 -4.238697E-11 -1.146011E-10 -6.270853E-09 1.768319E-08

```
   6 -6.282381E-11 -4.928904E-11 -1.237580E-10 -2.331858E-09 -6.186202E-09  1.827019E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  8.443532E-09
      0.000000E+00

   1  7.492014E-10 -1.212921E-09
     -1.310487E-09 -2.095530E-09

   2  7.492014E-10  2.296290E-08 -1.212921E-09
      1.310487E-09  1.371968E-25  2.095530E-09

   0 -3.427970E-10  4.978440E-11  4.978440E-11  8.111784E-09
      0.000000E+00  1.066829E-10 -1.066829E-10  0.000000E+00

   1 -1.210079E-10  2.461083E-11  2.348341E-11  6.226510E-10 -1.262196E-09
      8.130134E-12  4.434368E-11 -4.199088E-11 -1.306544E-09 -2.104726E-09

   2 -1.210079E-10  2.348341E-11  2.461083E-11  6.226510E-10  2.290070E-08 -1.262196E-09
     -8.130134E-12  4.199088E-11 -4.434368E-11  1.306544E-09  5.395851E-25  2.104726E-09

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382538E-01
      9.403333E-01

   2  5.823787E-02  1.382538E-01
      4.622392E-01  9.403333E-01

   3  5.823582E-02  5.823765E-02  1.382538E-01
      4.030575E-01  4.489814E-01  9.403333E-01

   4  5.816672E-02  5.817798E-02  5.819023E-02  1.382538E-01
      2.761371E-01  2.828085E-01  2.916216E-01  9.403333E-01

   5  5.815460E-02  5.816672E-02  5.818004E-02  5.823787E-02  1.382538E-01
      2.700089E-01  2.761371E-01  2.841617E-01  4.622392E-01  9.403333E-01
```

```
 6  5.814378E-02  5.815662E-02  5.817081E-02  5.823659E-02  5.823803E-02  1.382538E-01
    2.652311E-01  2.709677E-01  2.784326E-01  4.163415E-01  4.755548E-01  9.403333E-01

 7  5.820900E-02  5.820837E-02  5.820622E-02  5.813677E-02  5.812464E-02  5.811382E-02  1.381950E-01
    5.715037E-01  4.543979E-01  3.997623E-01  2.755925E-01  2.695100E-01  2.647654E-01  9.403957E-01

 8  5.820897E-02  5.820815E-02  5.820578E-02  5.813469E-02  5.812241E-02  5.811146E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
    5.428791E-01  4.434130E-01  3.941723E-01  2.744791E-01  2.684824E-01  2.638002E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

 9  5.823835E-02  5.823742E-02  5.823492E-02  5.816253E-02  5.815010E-02  5.813903E-02  5.820897E-02  5.820900E-02  1.382538E-01
    5.405091E-01  4.393815E-01  3.917672E-01  2.739094E-01  2.679530E-01  2.633001E-01  5.428791E-01  5.715037E-01  9.403333E-01

10  5.826784E-02  5.826700E-02  5.826459E-02  5.819253E-02  5.818011E-02  5.816904E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.826787E-02
    5.428167E-01  4.433506E-01  3.941099E-01  2.744167E-01  2.684201E-01  2.637378E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.714413E-01

    1.383127E-01
    9.402709E-01

11  5.826787E-02  5.826723E-02  5.826505E-02  5.819464E-02  5.818237E-02  5.817143E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.826784E-02
    5.714413E-01  4.543355E-01  3.996999E-01  2.755301E-01  2.694477E-01  2.647031E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428167E-01

    5.829737E-02  1.383127E-01
    5.927089E-01  9.402709E-01

12  5.822207E-02  5.822256E-02  5.822175E-02  5.816193E-02  5.815068E-02  5.814058E-02  5.819259E-02  5.819238E-02  5.822163E-02
    4.647474E-01  6.198189E-01  4.461931E-01  2.825450E-01  2.758976E-01  2.707455E-01  4.583438E-01  4.466744E-01  4.413392E-01

    5.825118E-02  5.825140E-02  1.382221E-01
    4.441531E-01  4.549685E-01  9.403669E-01

13  5.822215E-02  5.822255E-02  5.822163E-02  5.816103E-02  5.814971E-02  5.813955E-02  5.819268E-02  5.819248E-02  5.822175E-02
    4.714220E-01  5.961421E-01  4.413392E-01  2.819729E-01  2.753737E-01  2.702561E-01  4.644696E-01  4.518981E-01  4.461931E-01

    5.825129E-02  5.825149E-02  5.820672E-02  1.382221E-01
    4.490246E-01  4.605389E-01  6.502690E-01  9.403669E-01

14  5.823803E-02  5.823840E-02  5.823742E-02  5.817622E-02  5.816482E-02  5.815460E-02  5.820854E-02  5.820835E-02  5.823765E-02
    4.755548E-01  5.995279E-01  4.393815E-01  2.816876E-01  2.751105E-01  2.700089E-01  4.659922E-01  4.533935E-01  4.489814E-01

    5.826721E-02  5.826741E-02  5.822255E-02  5.822256E-02  1.382538E-01
    4.533311E-01  4.659298E-01  5.961421E-01  6.198189E-01  9.403333E-01
```

```
15  5.825386E-02  5.825427E-02  5.825334E-02  5.819228E-02  5.818088E-02  5.817066E-02  5.822434E-02  5.822414E-02  5.825346E-02
    4.713884E-01  5.961085E-01  4.413056E-01  2.819393E-01  2.753401E-01  2.702225E-01  4.605677E-01  4.490534E-01  4.461595E-01

    5.828305E-02  5.828326E-02  5.823841E-02  5.823841E-02  5.825428E-02  1.382855E-01
    4.518021E-01  4.643736E-01  5.672052E-01  5.716210E-01  6.197853E-01  9.402997E-01

16  5.825378E-02  5.825428E-02  5.825346E-02  5.819318E-02  5.818186E-02  5.817169E-02  5.822425E-02  5.822403E-02  5.825334E-02
    4.647138E-01  6.197853E-01  4.461595E-01  2.825114E-01  2.758640E-01  2.707119E-01  4.549973E-01  4.441819E-01  4.413056E-01

    5.828295E-02  5.828317E-02  5.823841E-02  5.823841E-02  5.825427E-02  5.827016E-02  1.382855E-01
    4.465785E-01  4.582478E-01  5.716210E-01  5.672052E-01  5.961085E-01  6.502018E-01  9.402997E-01

17  5.820664E-02  5.820835E-02  5.820900E-02  5.816031E-02  5.815010E-02  5.814086E-02  5.817710E-02  5.817667E-02  5.820578E-02
    4.057958E-01  4.533935E-01  5.715037E-01  2.909427E-01  2.835511E-01  2.778699E-01  4.031199E-01  3.972636E-01  3.941723E-01

    5.823539E-02  5.823582E-02  5.819248E-02  5.819238E-02  5.820815E-02  5.822403E-02  5.822414E-02  1.381950E-01
    3.959510E-01  4.016012E-01  4.518981E-01  4.466744E-01  4.434130E-01  4.441819E-01  4.490534E-01  9.403957E-01

18  5.820702E-02  5.820854E-02  5.820897E-02  5.815857E-02  5.814820E-02  5.813883E-02  5.817749E-02  5.817710E-02  5.820622E-02
    4.123484E-01  4.659922E-01  5.428791E-01  2.895800E-01  2.823146E-01  2.767226E-01  4.094697E-01  4.031199E-01  3.997623E-01

    5.823582E-02  5.823622E-02  5.819268E-02  5.819259E-02  5.820837E-02  5.822425E-02  5.822434E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
    4.016012E-01  4.076898E-01  4.644696E-01  4.583438E-01  4.543979E-01  4.549973E-01  4.605677E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

19  5.823659E-02  5.823803E-02  5.823835E-02  5.818673E-02  5.817622E-02  5.816672E-02  5.820702E-02  5.820664E-02  5.823582E-02
    4.163415E-01  4.755548E-01  5.405091E-01  2.888945E-01  2.816876E-01  2.761371E-01  4.123484E-01  4.057958E-01  4.030575E-01

    5.826547E-02  5.826586E-02  5.822215E-02  5.822207E-02  5.823787E-02  5.825378E-02  5.825386E-02  5.820897E-02  5.820900E-02
    4.057334E-01  4.122860E-01  4.714220E-01  4.647474E-01  4.622392E-01  4.647138E-01  4.713884E-01  5.428791E-01  5.715037E-01

    1.382538E-01
    9.403333E-01

20  5.826586E-02  5.826741E-02  5.826784E-02  5.821670E-02  5.820620E-02  5.819672E-02  5.823622E-02  5.823582E-02  5.826505E-02
    4.122860E-01  4.659298E-01  5.428167E-01  2.895176E-01  2.822523E-01  2.766603E-01  4.076898E-01  4.016012E-01  3.996999E-01

    5.829475E-02  5.829516E-02  5.825149E-02  5.825140E-02  5.826723E-02  5.828317E-02  5.828326E-02  5.823840E-02  5.823841E-02
    4.029951E-01  4.093450E-01  4.605389E-01  4.549685E-01  4.543355E-01  4.582478E-01  4.643736E-01  5.192103E-01  5.249882E-01

    5.826787E-02  1.383127E-01
```

```
    5.714413E-01  9.402709E-01

21  5.826547E-02  5.826721E-02  5.826787E-02  5.821846E-02  5.820813E-02  5.819878E-02  5.823582E-02  5.823539E-02  5.826459E-02
    4.057334E-01  4.533311E-01  5.714413E-01  2.908804E-01  2.834887E-01  2.778076E-01  4.016012E-01  3.959510E-01  3.941099E-01

    5.829431E-02  5.829475E-02  5.825129E-02  5.825118E-02  5.826700E-02  5.828295E-02  5.828305E-02  5.823841E-02  5.823840E-02
    3.971388E-01  4.029951E-01  4.490246E-01  4.441531E-01  4.433506E-01  4.465785E-01  4.518021E-01  5.249882E-01  5.192103E-01

    5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
    5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

22  5.813883E-02  5.814994E-02  5.816203E-02  5.820900E-02  5.820837E-02  5.820702E-02  5.810893E-02  5.810687E-02  5.813469E-02
    2.767226E-01  2.834443E-01  2.923305E-01  5.715037E-01  4.543979E-01  4.123484E-01  2.761994E-01  2.750773E-01  2.744791E-01

    5.816464E-02  5.816672E-02  5.813392E-02  5.813303E-02  5.814820E-02  5.816424E-02  5.816513E-02  5.813216E-02  5.813044E-02
    2.749653E-01  2.760859E-01  2.831951E-01  2.826184E-01  2.823146E-01  2.825521E-01  2.831283E-01  2.916839E-01  2.903080E-01

    5.815857E-02  5.818849E-02  5.819023E-02  1.381950E-01
    2.895800E-01  2.901713E-01  2.915444E-01  9.403957E-01

23  5.814086E-02  5.815182E-02  5.816371E-02  5.820897E-02  5.820815E-02  5.820664E-02  5.811096E-02  5.810893E-02  5.813677E-02
    2.778699E-01  2.846996E-01  2.937444E-01  5.428791E-01  4.434130E-01  4.057958E-01  2.773384E-01  2.761994E-01  2.755925E-01

    5.816672E-02  5.816878E-02  5.813579E-02  5.813492E-02  5.815010E-02  5.816614E-02  5.816702E-02  5.813384E-02  5.813216E-02
    2.760859E-01  2.772234E-01  2.844462E-01  2.838598E-01  2.835511E-01  2.837924E-01  2.843783E-01  2.930854E-01  2.916839E-01

    5.816031E-02  5.819023E-02  5.819194E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
    2.909427E-01  2.915444E-01  2.929430E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

24  5.817081E-02  5.818175E-02  5.819362E-02  5.823835E-02  5.823742E-02  5.823582E-02  5.814086E-02  5.813883E-02  5.816672E-02
    2.784326E-01  2.853203E-01  2.944511E-01  5.405091E-01  4.393815E-01  4.030575E-01  2.778699E-01  2.767226E-01  2.761371E-01

    5.819672E-02  5.819878E-02  5.816570E-02  5.816483E-02  5.818004E-02  5.819610E-02  5.819698E-02  5.816371E-02  5.816203E-02
    2.766603E-01  2.778076E-01  2.850472E-01  2.844558E-01  2.841617E-01  2.844222E-01  2.850136E-01  2.937444E-01  2.923305E-01

    5.819023E-02  5.822020E-02  5.822191E-02  5.820897E-02  5.820900E-02  1.382538E-01
    2.916216E-01  2.922682E-01  2.936821E-01  5.428791E-01  5.715037E-01  9.403333E-01

25  5.819878E-02  5.820986E-02  5.822191E-02  5.826784E-02  5.826700E-02  5.826547E-02  5.816878E-02  5.816672E-02  5.819464E-02
    2.778076E-01  2.846373E-01  2.936821E-01  5.428167E-01  4.433506E-01  4.057334E-01  2.772234E-01  2.760859E-01  2.755301E-01
```

```
    5.822468E-02  5.822676E-02  5.819379E-02  5.819291E-02  5.820813E-02  5.822422E-02  5.822510E-02  5.819194E-02  5.819023E-02
    2.760747E-01  2.772137E-01  2.843495E-01  2.837636E-01  2.834887E-01  2.837638E-01  2.843502E-01  2.929430E-01  2.915444E-01

    5.821846E-02  5.824848E-02  5.825021E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.826787E-02  1.383127E-01
    2.908804E-01  2.915592E-01  2.929607E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.714413E-01  9.402709E-01

26  5.819672E-02  5.820796E-02  5.822020E-02  5.826787E-02  5.826723E-02  5.826586E-02  5.816672E-02  5.816464E-02  5.819253E-02
    2.766603E-01  2.833820E-01  2.922682E-01  5.714413E-01  4.543355E-01  4.122860E-01  2.760859E-01  2.749653E-01  2.744167E-01

    5.822257E-02  5.822468E-02  5.819189E-02  5.819100E-02  5.820620E-02  5.822229E-02  5.822319E-02  5.819023E-02  5.818849E-02
    2.749526E-01  2.760747E-01  2.830996E-01  2.825233E-01  2.822523E-01  2.825224E-01  2.830992E-01  2.915444E-01  2.901713E-01

    5.821670E-02  5.824672E-02  5.824848E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
    2.895176E-01  2.901833E-01  2.915592E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

27  5.813955E-02  5.815160E-02  5.816483E-02  5.822207E-02  5.822256E-02  5.822215E-02  5.810962E-02  5.810739E-02  5.813507E-02
    2.702561E-01  2.764035E-01  2.844558E-01  4.647474E-01  6.198189E-01  4.714220E-01  2.697673E-01  2.687363E-01  2.681941E-01

    5.816505E-02  5.816730E-02  5.813557E-02  5.813460E-02  5.814971E-02  5.816575E-02  5.816672E-02  5.813492E-02  5.813303E-02
    2.686513E-01  2.696817E-01  2.761706E-01  2.756449E-01  2.753737E-01  2.755967E-01  2.761222E-01  2.838598E-01  2.826184E-01

    5.816103E-02  5.819100E-02  5.819291E-02  5.819259E-02  5.819238E-02  5.822163E-02  5.825118E-02  5.825140E-02  1.382221E-01
    2.819729E-01  2.825233E-01  2.837636E-01  4.583438E-01  4.466744E-01  4.413392E-01  4.441531E-01  4.549685E-01  9.403669E-01

28  5.814058E-02  5.815256E-02  5.816570E-02  5.822215E-02  5.822255E-02  5.822207E-02  5.811064E-02  5.810843E-02  5.813613E-02
    2.707455E-01  2.769347E-01  2.850472E-01  4.714220E-01  5.961421E-01  4.647474E-01  2.702533E-01  2.692156E-01  2.686702E-01

    5.816611E-02  5.816834E-02  5.813652E-02  5.813557E-02  5.815068E-02  5.816672E-02  5.816769E-02  5.813579E-02  5.813392E-02
    2.691304E-01  2.701674E-01  2.767001E-01  2.761706E-01  2.758976E-01  2.761222E-01  2.766514E-01  2.844462E-01  2.831951E-01

    5.816193E-02  5.819189E-02  5.819379E-02  5.819268E-02  5.819248E-02  5.822175E-02  5.825129E-02  5.825149E-02  5.820672E-02
    2.825450E-01  2.830996E-01  2.843495E-01  4.644696E-01  4.518981E-01  4.461931E-01  4.490246E-01  4.605389E-01  6.502690E-01

    1.382221E-01
    9.403669E-01

29  5.815662E-02  5.816861E-02  5.818175E-02  5.823803E-02  5.823840E-02  5.823787E-02  5.812666E-02  5.812445E-02  5.815217E-02
    2.709677E-01  2.771778E-01  2.853203E-01  4.755548E-01  5.995279E-01  4.622392E-01  2.704620E-01  2.694214E-01  2.688859E-01

    5.818217E-02  5.818441E-02  5.815256E-02  5.815160E-02  5.816672E-02  5.818278E-02  5.818375E-02  5.815182E-02  5.814994E-02
    2.693591E-01  2.703997E-01  2.769347E-01  2.764035E-01  2.761371E-01  2.763700E-01  2.769011E-01  2.846996E-01  2.834443E-01
```

```
     5.817798E-02  5.820796E-02  5.820986E-02  5.820854E-02  5.820835E-02  5.823765E-02  5.826721E-02  5.826741E-02  5.822255E-02
     2.828085E-01  2.833820E-01  2.846373E-01  4.659922E-01  4.533935E-01  4.489814E-01  4.533311E-01  4.659298E-01  5.961421E-01

     5.822256E-02  1.382538E-01
     6.198189E-01  9.403333E-01

30   5.817169E-02  5.818375E-02  5.819698E-02  5.825386E-02  5.825427E-02  5.825378E-02  5.814171E-02  5.813949E-02  5.816722E-02
     2.707119E-01  2.769011E-01  2.850136E-01  4.713884E-01  5.961085E-01  4.647138E-01  2.701961E-01  2.691591E-01  2.686366E-01

     5.819725E-02  5.819950E-02  5.816769E-02  5.816672E-02  5.818186E-02  5.819793E-02  5.819890E-02  5.816702E-02  5.816513E-02
     2.691197E-01  2.701573E-01  2.766514E-01  2.761222E-01  2.758640E-01  2.761035E-01  2.766329E-01  2.843783E-01  2.831283E-01

     5.819318E-02  5.822319E-02  5.822510E-02  5.822434E-02  5.822414E-02  5.825346E-02  5.828305E-02  5.828326E-02  5.823841E-02
     2.825114E-01  2.830992E-01  2.843502E-01  4.605677E-01  4.490534E-01  4.461595E-01  4.518021E-01  4.643736E-01  5.672052E-01

     5.823841E-02  5.825428E-02  1.382855E-01
     5.716210E-01  6.197853E-01  9.402997E-01

31   5.817066E-02  5.818278E-02  5.819610E-02  5.825378E-02  5.825428E-02  5.825386E-02  5.814068E-02  5.813844E-02  5.816616E-02
     2.702225E-01  2.763700E-01  2.844222E-01  4.647138E-01  6.197853E-01  4.713884E-01  2.697104E-01  2.686801E-01  2.681605E-01

     5.819619E-02  5.819845E-02  5.816672E-02  5.816575E-02  5.818088E-02  5.819695E-02  5.819793E-02  5.816614E-02  5.816424E-02
     2.686403E-01  2.696713E-01  2.761222E-01  2.755967E-01  2.753401E-01  2.755777E-01  2.761035E-01  2.837924E-01  2.825521E-01

     5.819228E-02  5.822229E-02  5.822422E-02  5.822425E-02  5.822403E-02  5.825334E-02  5.828295E-02  5.828317E-02  5.823841E-02
     2.819393E-01  2.825224E-01  2.837638E-01  4.549973E-01  4.441819E-01  4.413056E-01  4.465785E-01  4.582478E-01  5.716210E-01

     5.823841E-02  5.825427E-02  5.827016E-02  1.382855E-01
     5.672052E-01  5.961085E-01  6.502018E-01  9.402997E-01

32   5.811168E-02  5.812468E-02  5.813906E-02  5.820687E-02  5.820858E-02  5.820919E-02  5.808177E-02  5.807938E-02  5.810688E-02
     2.638001E-01  2.694213E-01  2.767226E-01  4.058017E-01  4.534150E-01  5.431133E-01  2.633622E-01  2.624149E-01  2.619059E-01

     5.813684E-02  5.813926E-02  5.810866E-02  5.810761E-02  5.812263E-02  5.813866E-02  5.813971E-02  5.810915E-02  5.810709E-02
     2.623174E-01  2.632637E-01  2.692155E-01  2.687361E-01  2.684824E-01  2.686801E-01  2.691592E-01  2.761991E-01  2.750771E-01

     5.813491E-02  5.816486E-02  5.816695E-02  5.817732E-02  5.817690E-02  5.820600E-02  5.823562E-02  5.823605E-02  5.819271E-02
     2.744790E-01  2.749655E-01  2.760860E-01  4.031196E-01  3.972633E-01  3.941765E-01  3.959602E-01  4.016120E-01  4.519075E-01

     5.819261E-02  5.820837E-02  5.822426E-02  5.822437E-02  1.381954E-01
```

```
    4.466826E-01  4.434295E-01  4.442079E-01  4.490831E-01  9.403952E-01

33  5.811405E-02  5.812689E-02  5.814109E-02  5.820725E-02  5.820877E-02  5.820923E-02  5.808413E-02  5.808177E-02  5.810930E-02
    2.647653E-01  2.704619E-01  2.778699E-01  4.123554E-01  4.660223E-01  5.720063E-01  2.643215E-01  2.633622E-01  2.628470E-01

    5.813926E-02  5.814164E-02  5.811087E-02  5.810984E-02  5.812487E-02  5.814090E-02  5.814193E-02  5.811119E-02  5.810915E-02
    2.632637E-01  2.642221E-01  2.702531E-01  2.697671E-01  2.695100E-01  2.697104E-01  2.701961E-01  2.773382E-01  2.761991E-01

    5.813700E-02  5.816695E-02  5.816901E-02  5.817772E-02  5.817732E-02  5.820645E-02  5.823605E-02  5.823645E-02  5.819291E-02
    2.755924E-01  2.760860E-01  2.772235E-01  4.094694E-01  4.031196E-01  3.997673E-01  4.016120E-01  4.077026E-01  4.644828E-01

    5.819282E-02  5.820860E-02  5.822448E-02  5.822457E-02  5.818008E-02  1.381954E-01
    4.583549E-01  4.544200E-01  4.550321E-01  4.606080E-01  5.928331E-01  9.403952E-01

34  5.813903E-02  5.815217E-02  5.816672E-02  5.823582E-02  5.823765E-02  5.823835E-02  5.810907E-02  5.810666E-02  5.813418E-02
    2.633001E-01  2.688859E-01  2.761371E-01  4.030575E-01  4.489814E-01  5.405091E-01  2.628471E-01  2.619060E-01  2.614173E-01

    5.816419E-02  5.816663E-02  5.813613E-02  5.813507E-02  5.815010E-02  5.816616E-02  5.816722E-02  5.813677E-02  5.813469E-02
    2.618437E-01  2.627848E-01  2.686702E-01  2.681941E-01  2.679530E-01  2.681605E-01  2.686366E-01  2.755925E-01  2.744791E-01

    5.816253E-02  5.819253E-02  5.819464E-02  5.820622E-02  5.820578E-02  5.823492E-02  5.826459E-02  5.826505E-02  5.822175E-02
    2.739094E-01  2.744167E-01  2.755301E-01  3.997623E-01  3.941723E-01  3.917672E-01  3.941099E-01  3.996999E-01  4.461931E-01

    5.822163E-02  5.823742E-02  5.825334E-02  5.825346E-02  5.820923E-02  5.820919E-02  1.382538E-01
    4.413392E-01  4.393815E-01  4.413056E-01  4.461595E-01  5.720063E-01  5.431133E-01  9.403333E-01

35  5.817143E-02  5.818441E-02  5.819878E-02  5.826586E-02  5.826741E-02  5.826787E-02  5.814142E-02  5.813903E-02  5.816663E-02
    2.647031E-01  2.703997E-01  2.778076E-01  4.122860E-01  4.659298E-01  5.714413E-01  2.642221E-01  2.632637E-01  2.627848E-01

    5.819668E-02  5.819909E-02  5.816834E-02  5.816730E-02  5.818237E-02  5.819845E-02  5.819950E-02  5.816878E-02  5.816672E-02
    2.632377E-01  2.641970E-01  2.701674E-01  2.696817E-01  2.694477E-01  2.696713E-01  2.701573E-01  2.772234E-01  2.760859E-01

    5.819464E-02  5.822468E-02  5.822676E-02  5.823622E-02  5.823582E-02  5.826505E-02  5.829475E-02  5.829516E-02  5.825149E-02
    2.755301E-01  2.760747E-01  2.772137E-01  4.076898E-01  4.016012E-01  3.996999E-01  4.029951E-01  4.093450E-01  4.605389E-01

    5.825140E-02  5.826723E-02  5.828317E-02  5.828326E-02  5.823862E-02  5.823864E-02  5.826784E-02  1.383127E-01
    4.549685E-01  4.543355E-01  4.582478E-01  4.643736E-01  5.194612E-01  5.252808E-01  5.428167E-01  9.402709E-01

36  5.816904E-02  5.818217E-02  5.819672E-02  5.826547E-02  5.826721E-02  5.826784E-02  5.813903E-02  5.813662E-02  5.816419E-02
    2.637378E-01  2.693591E-01  2.766603E-01  4.057334E-01  4.533311E-01  5.428167E-01  2.632637E-01  2.623173E-01  2.618437E-01
```

	5.819424E-02	5.819668E-02	5.816611E-02	5.816505E-02	5.818011E-02	5.819619E-02	5.819725E-02	5.816672E-02	5.816464E-02
	2.622905E-01	2.632377E-01	2.691304E-01	2.686513E-01	2.684201E-01	2.686403E-01	2.691197E-01	2.760859E-01	2.749653E-01
	5.819253E-02	5.822257E-02	5.822468E-02	5.823582E-02	5.823539E-02	5.826459E-02	5.829431E-02	5.829475E-02	5.825129E-02
	2.744167E-01	2.749526E-01	2.760747E-01	4.016012E-01	3.959510E-01	3.941099E-01	3.971388E-01	4.029951E-01	4.490246E-01
	5.825118E-02	5.826700E-02	5.828295E-02	5.828305E-02	5.823864E-02	5.823862E-02	5.826787E-02	5.829737E-02	1.383127E-01
	4.441531E-01	4.433506E-01	4.465785E-01	4.518021E-01	5.252808E-01	5.194612E-01	5.714413E-01	5.927089E-01	9.402709E-01
37	5.797330E-02	5.797097E-02	5.796690E-02	5.788568E-02	5.787264E-02	5.786109E-02	5.794450E-02	5.794480E-02	5.797389E-02
	3.881184E-01	3.692980E-01	3.495391E-01	2.647858E-01	2.595535E-01	2.554277E-01	3.945415E-01	3.983610E-01	3.948104E-01
	5.800276E-02	5.800247E-02	5.795548E-02	5.795571E-02	5.797142E-02	5.798692E-02	5.798669E-02	5.793833E-02	5.793901E-02
	3.880900E-01	3.851422E-01	3.715038E-01	3.730666E-01	3.722398E-01	3.699336E-01	3.684919E-01	3.525268E-01	3.554064E-01
	5.796825E-02	5.799689E-02	5.799621E-02	5.785835E-02	5.786055E-02	5.789011E-02	5.791750E-02	5.791528E-02	5.785788E-02
	3.550494E-01	3.517675E-01	3.491397E-01	2.654603E-01	2.664355E-01	2.667276E-01	2.660209E-01	2.650548E-01	2.598486E-01
	5.785898E-02	5.787481E-02	5.788958E-02	5.788848E-02	5.782924E-02	5.783175E-02	5.785604E-02	5.788819E-02	5.788565E-02
	2.602696E-01	2.603767E-01	2.600745E-01	2.596552E-01	2.543163E-01	2.551582E-01	2.537491E-01	2.548357E-01	2.539995E-01
	4.289943E+00								
	1.022092E+00								
38	5.797050E-02	5.797366E-02	5.797614E-02	5.794457E-02	5.793622E-02	5.792854E-02	5.794125E-02	5.794057E-02	5.796914E-02
	3.551908E-01	3.724646E-01	3.952224E-01	3.023676E-01	2.940538E-01	2.877024E-01	3.555329E-01	3.526438E-01	3.496609E-01
	5.799845E-02	5.799914E-02	5.795795E-02	5.795773E-02	5.797322E-02	5.798894E-02	5.798917E-02	5.794704E-02	5.794675E-02
	3.492740E-01	3.519117E-01	3.732823E-01	3.717107E-01	3.695057E-01	3.687075E-01	3.701578E-01	3.987629E-01	3.949042E-01
	5.797555E-02	5.800472E-02	5.800501E-02	5.791651E-02	5.791787E-02	5.794731E-02	5.797544E-02	5.797407E-02	5.792110E-02
	3.884627E-01	3.854962E-01	3.884731E-01	3.036202E-01	3.052218E-01	3.055329E-01	3.041897E-01	3.026280E-01	2.945770E-01
	5.792182E-02	5.793764E-02	5.795278E-02	5.795205E-02	5.789755E-02	5.789926E-02	5.792511E-02	5.795639E-02	5.795466E-02
	2.952379E-01	2.953419E-01	2.948003E-01	2.941464E-01	2.860994E-01	2.873770E-01	2.851659E-01	2.867101E-01	2.854525E-01
	5.770345E-02	6.777726E-01							
	3.343000E-01	9.856850E-01							
39	5.794234E-02	5.793400E-02	5.792288E-02	5.779037E-02	5.777252E-02	5.775701E-02	5.791428E-02	5.791564E-02	5.794508E-02
	3.023345E-01	2.940277E-01	2.851459E-01	2.365536E-01	2.329028E-01	2.299730E-01	3.035901E-01	3.051902E-01	3.054967E-01

```
      5.797321E-02  5.797183E-02  5.791887E-02  5.791959E-02  5.793541E-02  5.795055E-02  5.794983E-02  5.789511E-02  5.789682E-02
      3.041507E-01  3.025907E-01  2.945523E-01  2.952127E-01  2.953149E-01  2.947719E-01  2.941185E-01  2.860836E-01  2.873606E-01

      5.792632E-02  5.795416E-02  5.795244E-02  5.776391E-02  5.776697E-02  5.779652E-02  5.782304E-02  5.781996E-02  5.775819E-02
      2.876807E-01  2.866865E-01  2.854297E-01  2.369929E-01  2.376623E-01  2.378897E-01  2.374357E-01  2.367691E-01  2.330991E-01

      5.775969E-02  5.777546E-02  5.778980E-02  5.778830E-02  5.772437E-02  5.772770E-02  5.775031E-02  5.778323E-02  5.777986E-02
      2.333950E-01  2.334820E-01  2.332823E-01  2.329870E-01  2.291602E-01  2.297635E-01  2.287684E-01  2.295686E-01  2.289674E-01

      5.769680E-02  5.765356E-02  4.289943E+00
      3.239473E-01  2.766950E-01  1.022092E+00

   40 5.786329E-02  5.787701E-02  5.789231E-02  5.797050E-02  5.797366E-02  5.797555E-02  5.783372E-02  5.783121E-02  5.785824E-02
      2.554355E-01  2.603859E-01  2.667390E-01  3.551908E-01  3.724646E-01  3.884627E-01  2.551660E-01  2.543238E-01  2.537565E-01

      5.788785E-02  5.789039E-02  5.786118E-02  5.786008E-02  5.787484E-02  5.789068E-02  5.789179E-02  5.786276E-02  5.786056E-02
      2.540080E-01  2.548445E-01  2.602781E-01  2.598569E-01  2.595625E-01  2.596649E-01  2.600843E-01  2.664452E-01  2.654698E-01

      5.788789E-02  5.791749E-02  5.791971E-02  5.794125E-02  5.794057E-02  5.796914E-02  5.799845E-02  5.799914E-02  5.795795E-02
      2.647965E-01  2.650670E-01  2.660336E-01  3.555329E-01  3.526438E-01  3.496609E-01  3.492740E-01  3.519117E-01  3.732823E-01

      5.795773E-02  5.797322E-02  5.798894E-02  5.798917E-02  5.794726E-02  5.794697E-02  5.797614E-02  5.800472E-02  5.800501E-02
      3.717107E-01  3.695057E-01  3.687075E-01  3.701578E-01  3.987222E-01  3.948675E-01  3.952224E-01  3.854962E-01  3.884731E-01

      5.758321E-02  5.765575E-02  5.747475E-02  6.777726E-01
      2.478859E-01  2.766927E-01  2.244823E-01  9.856850E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.113712E-01
      4.624084E-01

   2  9.819720E-02  1.123455E-01
      2.965214E-01  4.948090E-01

   3  9.854321E-02  9.956613E-02  1.141299E-01
      2.405017E-01  2.867717E-01  4.428556E-01

   4  8.681140E-02  8.747799E-02  8.836115E-02  1.019588E-01
```

```
      1.247893E-01  1.280570E-01  1.314951E-01  4.557116E-01

   5  8.597966E-02  8.660809E-02  8.743567E-02  8.955330E-02  1.044214E-01
      1.177385E-01  1.204351E-01  1.231844E-01  2.918385E-01  4.920563E-01

   6  8.529455E-02  8.589454E-02  8.667722E-02  9.058268E-02  9.228586E-02  1.074623E-01
      1.106317E-01  1.128439E-01  1.150209E-01  2.378159E-01  2.859397E-01  4.439922E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  3.101532E-01
      1.015888E+00

   1 -3.218997E-02 -1.717024E-02
     -8.842990E-03  1.034748E-02

   2  3.014830E-02  1.384670E-02  1.752043E-02
     -7.612986E-03  1.920927E-01  9.716789E-03

   0  2.601801E-01  1.367359E-03 -3.461840E-03  2.862287E-01
      3.613987E-01 -4.839396E-03 -3.399816E-03  1.007649E+00

   1 -5.364315E-03  4.846563E-04 -1.006833E-04 -3.153686E-02 -1.716417E-02
      1.209411E-02 -3.277044E-04 -5.688342E-04 -1.231670E-02  1.025426E-02

   2  7.834761E-03  1.730092E-05 -5.231367E-04  2.740291E-02  1.380689E-02  1.746596E-02
      1.084870E-02 -5.845013E-04 -2.532767E-04 -9.966724E-03  1.920553E-01  9.687226E-03
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.77658E+02	-8.48879E+00	2.35762E-03	2.07295E+05	3.45492E+03	3.10153E-01	1.01589E+00	3.18314E-06
Positive:	1.49155E+02	-2.06147E+00	4.03434E-04	2.92156E+05	4.86927E+03	1.38467E-02	1.92093E-01	8.65681E-06

- **ACOPLAMENTO MUTUO LT 500 kV JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 / LT 345 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 10-Nov-22  16:01:27   Name of disk plot file is  838bmu.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.        |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                       0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                       01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
-------------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                            |C data:838BMU.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.              |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120          |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.                |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                            |C  DATA: 28/08/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                            |C  LEILAO 001_2022
Comment card.   NUMDCD = 7.                            |C  ACOPLAMENTO LT 500 KV JOÃO NEIVA - VIANA C/ LT 345 KV JOÃO NEIVA - VIANA
Comment card.   NUMDCD = 8.                            |C  CIRCUITO SIMPLES FEIXE EXPANDIDO LOTE 1
Comment card.   NUMDCD = 9.                            |C  CONDUTOR : AAAC 1120 (6 X 838 MCM)/(2 X SELENIUM)
Comment card.   NUMDCD = 10.                           |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                           |C  PARA-RAIO 3/8 EAR + OPGW 13,4/ 3/8 EAR + OPGW 14,1
Comment card.   NUMDCD = 12.                           |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 13.                           |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 14.                           |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 15.                           |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 16.                           |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 17.                           |C  T/D DC OHM/KM            CM      M       M       M       CM   GRAUSS
Comment card.   NUMDCD = 18.                           |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                           |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
Comment card.   NUMDCD = 20.                           |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4     |  1 .50 0.078530 4           2.678   -5.45   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4     |  1 .50 0.078530 4           2.678  -5.975   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4     |  1 .50 0.078530 4           2.678  -7.025   36.09   15.08     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4     |  1 .50 0.078530 4           2.678   -7.55   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4     |  1 .50 0.078530 4           2.678  -7.025   33.51   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4     |  1 .50 0.078530 4           2.678  -5.975   33.51   12.50     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4     |  2 .50 0.078530 4           2.678    0.48   34.80   13.79     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4     |  2 .50 0.078530 4           2.678   0.245  35.495  14.485     0.0   0.0       1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4     |  2 .50 0.078530 4           2.678  -0.245  35.495  14.485     0.0   0.0       1
```

```
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   -0.48   34.80   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678  -0.245  34.105  13.095      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  2 .50 0.078530 4          2.678   0.245  34.105  13.095      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.550   34.80   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.025   36.09   15.08      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   5.975   36.09   15.08      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678    5.45   34.80   13.79      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   5.975   33.51   12.50      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  7.853E-02     4  |  3 .50 0.078530 4          2.678   7.025   33.51   12.50      0.0    0.0        1
Line conductor card.  5.000E-01  6.601E-02     4  |  4 .50 0.066010 4          2.925   55.80   30.00   10.00     45.7    0.0        2
Line conductor card.  5.000E-01  6.601E-02     4  |  5 .50 0.066010 4          2.925   61.50   34.43   14.20     45.7    0.0        2
Line conductor card.  5.000E-01  6.601E-02     4  |  6 .50 0.066010 4          2.925   67.20   30.00   10.00     45.7    0.0        2
Line conductor card.  5.000E-01  4.232E+00     4  |  0.5000 4.23220 4         0.9144  -16.30   44.34   26.22      0.0    0.0        0
Line conductor card.  2.313E-01  6.200E-01     4  |  0.2313 0.62000 4         1.3400   16.30   44.34   26.22      0.0    0.0        0
Line conductor card.  5.000E-01  3.810E-01     4  |  0.50   0.38100 4          0.952   57.70   37.93   21.03      0.0    0.0        0
Line conductor card.  5.000E-01  4.535E-01     4  |  0.50   0.45350 4         1.4100   65.30   37.93   21.03      0.0    0.0        0
Blank card terminating conductor cards.          |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.    NUMDCD = 47.                    |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.    NUMDCD = 48.                    |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.    NUMDCD = 49.                    |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.    NUMDCD = 50.                    |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.    NUMDCD = 51.                    |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.    NUMDCD = 52.                    |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.    NUMDCD = 53.                    |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.    NUMDCD = 54.                    |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.    NUMDCD = 55.                    |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.    NUMDCD = 56.                    |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.    NUMDCD = 57.                    |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  4.100E+02  |1000.        60.00         1    111 111    1   410.      0          0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.450	20.793	
2	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.480	20.793	
3	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.550	20.793	
4	4	.50000	.06601	4	.000000	2.92500	55.572	16.667	
5	5	.50000	.06601	4	.000000	2.92500	61.272	20.943	
6	6	.50000	.06601	4	.000000	2.92500	66.972	16.667	
7	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.975	22.083	
8	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.025	22.083	

9	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.550	20.793
10	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-7.025	19.503
11	1	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-5.975	19.503
12	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	21.488
13	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	21.488
14	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.480	20.793
15	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	-0.245	20.098
16	2	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	0.245	20.098
17	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.025	22.083
18	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.975	22.083
19	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.450	20.793
20	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	5.975	19.503
21	3	.50000	.07853	4	.000000	2.67800	7.025	19.503
22	4	.50000	.06601	4	.000000	2.92500	56.028	16.667
23	5	.50000	.06601	4	.000000	2.92500	61.728	20.943
24	6	.50000	.06601	4	.000000	2.92500	67.429	16.667
25	0	.50000	4.23220	4	.000000	.91440	-16.300	32.260
26	0	.23130	.62000	4	.000000	1.34000	16.300	32.260
27	0	.50000	.38100	4	.000000	.95200	57.700	26.663
28	0	.50000	.45350	4	.000000	1.41000	65.300	26.663

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 Ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

1 1.023149E-08

2 -1.524077E-10 1.176161E-08

3 -5.163896E-11 -1.246622E-10 1.009438E-08

4 -5.289415E-12 -5.676305E-12 -2.291541E-11 1.065248E-08

5 -4.228666E-12 -4.145803E-12 -1.497388E-11 -5.129262E-10 1.080924E-08

6 -2.626101E-12 -2.450394E-12 -8.338807E-12 -2.630679E-10 -4.956146E-10 1.069583E-08

7 -1.965013E-09 -1.344654E-10 -5.697661E-11 -7.662938E-12 -6.337605E-12 -3.987439E-12 1.022595E-08

```
 8 -1.061566E-09 -9.334537E-11 -4.884088E-11 -7.729510E-12 -6.519438E-12 -4.151464E-12 -2.654987E-09  1.015854E-08
 9 -1.017080E-09 -7.264279E-11 -3.824582E-11 -5.724013E-12 -4.819910E-12 -3.082901E-12 -1.094715E-09 -2.067139E-09  1.009272E-08
10 -1.054763E-09 -8.860939E-11 -4.121639E-11 -4.615908E-12 -3.743766E-12 -2.364005E-12 -6.227961E-10 -7.903101E-10 -2.058820E-09
    1.017617E-08
11 -1.957874E-09 -1.294989E-10 -4.895037E-11 -4.378677E-12 -3.417747E-12 -2.115263E-12 -7.236619E-10 -6.216074E-10 -1.085936E-09
   -2.637605E-09  1.024296E-08
12 -2.036558E-10 -2.441439E-09 -1.242806E-10 -7.306357E-12 -5.553302E-12 -3.334261E-12 -2.104183E-10 -1.431392E-10 -9.552620E-11
   -9.618999E-11 -1.395987E-10  1.189872E-08
13 -3.028524E-10 -1.321203E-09 -9.509410E-11 -6.726700E-12 -5.197506E-12 -3.147956E-12 -2.912530E-10 -1.867208E-10 -1.247771E-10
   -1.294720E-10 -2.002160E-10 -3.662966E-09  1.189868E-08
14 -3.358640E-10 -1.447417E-09 -7.236627E-11 -4.703078E-12 -3.559225E-12 -2.144405E-12 -2.627369E-10 -1.621411E-10 -1.250405E-10
   -1.573287E-10 -2.576948E-10 -1.321219E-09 -2.441480E-09  1.176157E-08
15 -2.985354E-10 -1.318135E-09 -9.000183E-11 -4.524597E-12 -3.246716E-12 -1.916501E-12 -2.008550E-10 -1.293794E-10 -1.194772E-10
   -1.756124E-10 -2.803490E-10 -6.510273E-10 -7.989464E-10 -2.438397E-09  1.190576E-08
16 -1.993567E-10 -2.438369E-09 -1.191688E-10 -5.063659E-12 -3.565472E-12 -2.082133E-12 -1.402180E-10 -9.608402E-11 -9.025731E-11
   -1.321062E-10 -1.995823E-10 -7.989208E-10 -6.510234E-10 -1.318141E-09 -3.655903E-09  1.190577E-08
17 -6.581167E-11 -1.617485E-10 -2.065311E-09 -2.338046E-11 -1.603587E-11 -9.108217E-12 -8.281759E-11 -7.018183E-11 -4.898134E-11
   -4.485310E-11 -5.213512E-11 -1.862106E-10 -1.427054E-10 -9.307350E-11 -9.583015E-11 -1.290630E-10  1.016055E-08
18 -8.295207E-11 -2.624674E-10 -1.093338E-09 -1.760095E-11 -1.244718E-11 -7.180480E-12 -1.014852E-10 -8.299296E-11 -5.724213E-11
   -5.328741E-11 -6.439226E-11 -2.909097E-10 -2.101388E-10 -1.342968E-10 -1.400563E-10 -2.006411E-10 -2.653490E-09  1.022706E-08
19 -8.174294E-11 -3.357006E-10 -1.016220E-09 -1.187424E-11 -8.160852E-12 -4.670116E-12 -8.297449E-11 -6.595082E-11 -5.183186E-11
```

-5.953912E-11 -7.623616E-11 -3.026458E-10 -2.034899E-10 -1.523087E-10 -1.992606E-10 -2.984058E-10 -1.060637E-09 -1.964331E-09
1.023191E-08

20 -7.618081E-11 -2.575102E-10 -1.085056E-09 -1.325889E-11 -8.535408E-12 -4.756287E-12 -6.432643E-11 -5.215963E-11 -4.904067E-11
-6.674282E-11 -8.551762E-11 -1.999779E-10 -1.393979E-10 -1.293734E-10 -1.994639E-10 -2.801998E-10 -6.206535E-10 -7.229520E-10
-1.957431E-09 1.024342E-08

21 -5.939167E-11 -1.570396E-10 -2.057545E-09 -1.896618E-11 -1.202103E-11 -6.632465E-12 -5.308452E-11 -4.474597E-11 -4.121695E-11
-5.383303E-11 -6.667381E-11 -1.290933E-10 -9.586026E-11 -8.839801E-11 -1.319104E-10 -1.753761E-10 -7.889169E-10 -6.217469E-10
-1.054106E-09 -2.636929E-09 1.017715E-08

22 -4.714583E-12 -5.019176E-12 -2.008208E-11 -5.489933E-09 -5.789726E-10 -3.026819E-10 -6.851547E-12 -6.924215E-12 -5.127093E-12
-4.120110E-12 -3.894665E-12 -6.482347E-12 -5.976759E-12 -4.171348E-12 -3.995224E-12 -4.464239E-12 -2.056548E-11 -1.552013E-11
-1.044721E-11 -1.160785E-11 -1.658485E-11 1.069733E-08

23 -3.992101E-12 -3.865238E-12 -1.374130E-11 -4.371733E-10 -5.356997E-09 -5.792475E-10 -6.005949E-12 -6.195679E-12 -4.582959E-12
-3.545572E-12 -3.220335E-12 -5.201874E-12 -4.879486E-12 -3.334748E-12 -3.023016E-12 -3.310714E-12 -1.480560E-11 -1.154082E-11
-7.543940E-12 -7.825503E-12 -1.099358E-11 -4.952367E-10 1.080969E-08

24 -2.702566E-12 -2.488450E-12 -8.312343E-12 -2.305436E-10 -4.377530E-10 -5.491794E-09 -4.119436E-12 -4.300639E-12 -3.195191E-12
-2.440474E-12 -2.172416E-12 -3.403784E-12 -3.221240E-12 -2.189457E-12 -1.943172E-12 -2.104544E-12 -9.148193E-12 -7.247750E-12
-4.696565E-12 -4.734478E-12 -6.581352E-12 -2.632019E-10 -5.134257E-10 1.065020E-08

25 -1.744516E-10 -6.905442E-11 -7.198007E-11 -2.278154E-11 -2.065170E-11 -1.370997E-11 -2.937793E-10 -3.762237E-10 -3.135523E-10
-2.221436E-10 -1.578545E-10 -1.065445E-10 -1.171489E-10 -8.502035E-11 -6.755538E-11 -5.976255E-11 -1.044062E-10 -1.089323E-10
-7.302114E-11 -5.408612E-11 -5.512670E-11 -2.055695E-11 -1.982113E-11 -1.433281E-11 6.152401E-09

```
  26 -7.585890E-11 -8.772333E-11 -3.224067E-10 -1.042196E-10 -7.593522E-11 -4.326890E-11 -1.132494E-10 -1.089984E-10 -7.554591E-11
     -5.786116E-11 -5.640127E-11 -1.209860E-10 -1.101063E-10 -7.136740E-11 -6.168799E-11 -6.965559E-11 -3.876832E-10 -3.029398E-10
     -1.796686E-10 -1.620779E-10 -2.279304E-10 -9.210585E-11 -7.041669E-11 -4.370230E-11 -2.642649E-10  6.449692E-09
  27 -1.062402E-11 -1.032831E-11 -3.665400E-11 -4.701431E-10 -7.246660E-10 -2.517632E-10 -1.600137E-11 -1.646489E-11 -1.213732E-11
     -9.371331E-12 -8.528595E-12 -1.393625E-11 -1.306533E-11 -8.902464E-12 -8.037927E-12 -8.806934E-12 -3.970371E-11 -3.097726E-11
     -2.015323E-11 -2.075250E-11 -2.915554E-11 -4.554728E-10 -6.515618E-10 -2.437229E-10 -5.218625E-11 -1.923674E-10  6.679505E-09
  28 -8.164417E-12 -7.407411E-12 -2.397799E-11 -2.571705E-10 -6.904702E-10 -4.847151E-10 -1.252993E-11 -1.309387E-11 -9.696303E-12
     -7.347384E-12 -6.506557E-12 -1.024079E-11 -9.719254E-12 -6.562636E-12 -5.737762E-12 -6.188170E-12 -2.687445E-11 -2.148035E-11
     -1.376721E-11 -1.353631E-11 -1.871776E-11 -2.660909E-10 -7.673649E-10 -5.009790E-10 -4.376131E-11 -1.322141E-10 -9.458757E-10
      6.994634E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.830009E-08

   2 -6.157408E-09  1.772294E-08

   3 -2.224191E-09 -6.148127E-09  1.833714E-08

   4 -6.703267E-11 -6.410979E-11 -2.028037E-10  1.036995E-08

   5 -5.660973E-11 -4.888310E-11 -1.386250E-10 -2.024309E-09  1.090494E-08

   6 -3.725790E-11 -3.042630E-11 -8.140705E-11 -1.059495E-09 -2.026041E-09  1.036245E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  8.433574E-09
      0.000000E+00
```

```
   1  7.424600E-10 -1.214868E-09
     -1.312728E-09 -2.093538E-09

   2  7.424600E-10  2.296330E-08 -1.214868E-09
      1.312728E-09 -4.180321E-25  2.093538E-09

   0 -2.423851E-10  4.074239E-11  4.074239E-11  7.139215E-09
      0.000000E+00  8.066061E-11 -8.066061E-11  0.000000E+00

   1 -4.578056E-11  3.150574E-12  2.253113E-11  7.346482E-11 -4.106739E-10
     -2.743180E-11  2.506225E-11 -1.438962E-11 -1.219133E-10 -7.136397E-10

   2 -4.578056E-11  2.253113E-11  3.150574E-12  7.346482E-11  1.224906E-08 -4.106739E-10
      2.743180E-11  1.438962E-11 -2.506225E-11  1.219133E-10  2.840978E-25  7.136397E-10

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.382538E-01
      9.403333E-01

   2  5.823787E-02  1.382538E-01
      4.622392E-01  9.403333E-01

   3  5.823582E-02  5.823765E-02  1.382538E-01
      4.030575E-01  4.489814E-01  9.403333E-01

   4  5.827653E-02  5.828664E-02  5.829747E-02  1.261939E-01
      2.862111E-01  2.938779E-01  3.041646E-01  9.334094E-01

   5  5.816969E-02  5.818044E-02  5.819209E-02  5.832889E-02  1.259977E-01
      2.797557E-01  2.867709E-01  2.960901E-01  4.482903E-01  9.336164E-01

   6  5.825457E-02  5.826640E-02  5.827935E-02  5.842569E-02  5.832889E-02  1.261939E-01
      2.733521E-01  2.797678E-01  2.882044E-01  4.127602E-01  4.482903E-01  9.334094E-01

   7  5.820900E-02  5.820837E-02  5.820622E-02  5.824644E-02  5.813975E-02  5.822446E-02  1.381950E-01
      5.715037E-01  4.543979E-01  3.997623E-01  2.854777E-01  2.791855E-01  2.727539E-01  9.403957E-01

   8  5.820897E-02  5.820815E-02  5.820578E-02  5.824456E-02  5.813775E-02  5.822228E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
      5.428791E-01  4.434130E-01  3.941723E-01  2.842124E-01  2.780181E-01  2.716827E-01  5.928336E-01  9.403957E-01
```

```
 9  5.823835E-02  5.823742E-02  5.823492E-02  5.827273E-02  5.816566E-02  5.825017E-02  5.820897E-02  5.820900E-02  1.382538E-01
    5.405091E-01  4.393815E-01  3.917672E-01  2.836721E-01  2.774201E-01  2.712047E-01  5.428791E-01  5.715037E-01  9.403333E-01

10  5.826784E-02  5.826700E-02  5.826459E-02  5.830287E-02  5.819565E-02  5.828032E-02  5.823840E-02  5.823841E-02  5.826787E-02
    5.428167E-01  4.433506E-01  3.941099E-01  2.843538E-01  2.779495E-01  2.717664E-01  5.192103E-01  5.249882E-01  5.714413E-01

    1.383127E-01
    9.402709E-01

11  5.826787E-02  5.826723E-02  5.826505E-02  5.830478E-02  5.819768E-02  5.828253E-02  5.823841E-02  5.823840E-02  5.826784E-02
    5.714413E-01  4.543355E-01  3.996999E-01  2.856262E-01  2.791167E-01  2.728418E-01  5.249882E-01  5.192103E-01  5.428167E-01

    5.829737E-02  1.383127E-01
    5.927089E-01  9.402709E-01

12  5.822207E-02  5.822256E-02  5.822175E-02  5.827051E-02  5.816440E-02  5.825027E-02  5.819259E-02  5.819238E-02  5.822163E-02
    4.647474E-01  6.198189E-01  4.461931E-01  2.934995E-01  2.864941E-01  2.794673E-01  4.583438E-01  4.466744E-01  4.413392E-01

    5.825118E-02  5.825140E-02  1.382221E-01
    4.441531E-01  4.549685E-01  9.403669E-01

13  5.822215E-02  5.822255E-02  5.822163E-02  5.826971E-02  5.816354E-02  5.824933E-02  5.819268E-02  5.819248E-02  5.822175E-02
    4.714220E-01  5.961421E-01  4.413392E-01  2.928398E-01  2.858914E-01  2.789187E-01  4.644696E-01  4.518981E-01  4.461931E-01

    5.825129E-02  5.825149E-02  5.820672E-02  1.382221E-01
    4.490246E-01  4.605389E-01  6.502690E-01  9.403669E-01

14  5.823803E-02  5.823840E-02  5.823742E-02  5.828506E-02  5.817876E-02  5.826455E-02  5.820854E-02  5.820835E-02  5.823765E-02
    4.755548E-01  5.995279E-01  4.393815E-01  2.925828E-01  2.855900E-01  2.786915E-01  4.659922E-01  4.533935E-01  4.489814E-01

    5.826721E-02  5.826741E-02  5.822255E-02  5.822256E-02  1.382538E-01
    4.533311E-01  4.659298E-01  5.961421E-01  6.198189E-01  9.403333E-01

15  5.825386E-02  5.825427E-02  5.825334E-02  5.830121E-02  5.819482E-02  5.828069E-02  5.822434E-02  5.822414E-02  5.825346E-02
    4.713884E-01  5.961085E-01  4.413056E-01  2.929443E-01  2.858537E-01  2.789804E-01  4.605677E-01  4.490534E-01  4.461595E-01

    5.828305E-02  5.828326E-02  5.823841E-02  5.823841E-02  5.825428E-02  1.382855E-01
    4.518021E-01  4.643736E-01  5.672052E-01  5.716210E-01  6.197853E-01  9.402997E-01

16  5.825378E-02  5.825428E-02  5.825346E-02  5.830201E-02  5.819568E-02  5.828164E-02  5.822425E-02  5.822403E-02  5.825334E-02
```

```
     4.647138E-01  6.197853E-01  4.461595E-01  2.936064E-01  2.864563E-01  2.795304E-01  4.549973E-01  4.441819E-01  4.413056E-01

     5.828295E-02  5.828317E-02  5.823841E-02  5.823841E-02  5.825427E-02  5.827016E-02  1.382855E-01
     4.465785E-01  4.582478E-01  5.716210E-01  5.672052E-01  5.961085E-01  6.502018E-01  9.402997E-01

17   5.820664E-02  5.820835E-02  5.820900E-02  5.826742E-02  5.816219E-02  5.824927E-02  5.817710E-02  5.817667E-02  5.820578E-02
     4.057958E-01  4.533935E-01  5.715037E-01  3.031871E-01  2.953719E-01  2.874474E-01  4.031199E-01  3.972636E-01  3.941723E-01

     5.823539E-02  5.823582E-02  5.819248E-02  5.819238E-02  5.820815E-02  5.822403E-02  5.822414E-02  1.381950E-01
     3.959510E-01  4.016012E-01  4.518981E-01  4.466744E-01  4.434130E-01  4.441819E-01  4.490534E-01  9.403957E-01

18   5.820702E-02  5.820854E-02  5.820897E-02  5.826589E-02  5.816054E-02  5.824742E-02  5.817749E-02  5.817710E-02  5.820622E-02
     4.123484E-01  4.659922E-01  5.428791E-01  3.015935E-01  2.939274E-01  2.861491E-01  4.094697E-01  4.031199E-01  3.997623E-01

     5.823582E-02  5.823622E-02  5.819268E-02  5.819259E-02  5.820837E-02  5.822425E-02  5.822434E-02  5.817963E-02  1.381950E-01
     4.016012E-01  4.076898E-01  4.644696E-01  4.583438E-01  4.543979E-01  4.549973E-01  4.605677E-01  5.928336E-01  9.403957E-01

19   5.823659E-02  5.823803E-02  5.823835E-02  5.829439E-02  5.818877E-02  5.827564E-02  5.820702E-02  5.820664E-02  5.823582E-02
     4.163415E-01  4.755548E-01  5.405091E-01  3.009609E-01  2.931997E-01  2.855988E-01  4.123484E-01  4.057958E-01  4.030575E-01

     5.826547E-02  5.826586E-02  5.822215E-02  5.822207E-02  5.823787E-02  5.825378E-02  5.825386E-02  5.820897E-02  5.820900E-02
     4.057334E-01  4.122860E-01  4.714220E-01  4.647474E-01  4.622392E-01  4.647138E-01  4.713884E-01  5.428791E-01  5.715037E-01

     1.382538E-01
     9.403333E-01

20   5.826586E-02  5.826741E-02  5.826784E-02  5.832449E-02  5.821872E-02  5.830577E-02  5.823622E-02  5.823582E-02  5.826505E-02
     4.122860E-01  4.659298E-01  5.428167E-01  3.018550E-01  2.938555E-01  2.863013E-01  4.076898E-01  4.016012E-01  3.996999E-01

     5.829475E-02  5.829516E-02  5.825149E-02  5.825140E-02  5.826723E-02  5.828317E-02  5.828326E-02  5.823840E-02  5.823841E-02
     4.029951E-01  4.093450E-01  4.605389E-01  4.549685E-01  4.543355E-01  4.582478E-01  4.643736E-01  5.192103E-01  5.249882E-01

     5.826787E-02  1.383127E-01
     5.714413E-01  9.402709E-01

21   5.826547E-02  5.826721E-02  5.826787E-02  5.832604E-02  5.822040E-02  5.830764E-02  5.823582E-02  5.823539E-02  5.826459E-02
     4.057334E-01  4.533311E-01  5.714413E-01  3.034626E-01  2.952996E-01  2.876072E-01  4.016012E-01  3.959510E-01  3.941099E-01

     5.829431E-02  5.829475E-02  5.825129E-02  5.825118E-02  5.826700E-02  5.828295E-02  5.828305E-02  5.823841E-02  5.823840E-02
     3.971388E-01  4.029951E-01  4.490246E-01  4.441531E-01  4.433506E-01  4.465785E-01  4.518021E-01  5.249882E-01  5.192103E-01
```

```
    5.826784E-02  5.829737E-02  1.383127E-01
    5.428167E-01  5.927089E-01  9.402709E-01

22  5.827571E-02  5.828589E-02  5.829681E-02  5.842781E-02  5.832897E-02  5.842586E-02  5.824563E-02  5.824373E-02  5.827189E-02
    2.856513E-01  2.932586E-01  3.034558E-01  6.552925E-01  4.521988E-01  4.158449E-01  2.849244E-01  2.836681E-01  2.831307E-01

    5.830203E-02  5.830396E-02  5.826976E-02  5.826896E-02  5.828431E-02  5.830045E-02  5.830126E-02  5.826676E-02  5.826522E-02
    2.838067E-01  2.850698E-01  2.928841E-01  2.922297E-01  2.919740E-01  2.923319E-01  2.929887E-01  3.024894E-01  3.009102E-01

    5.829370E-02  5.832381E-02  5.832537E-02  1.261939E-01
    3.002812E-01  3.011658E-01  3.027587E-01  9.334094E-01

23  5.816882E-02  5.817965E-02  5.819138E-02  5.832880E-02  5.823157E-02  5.832897E-02  5.813888E-02  5.813687E-02  5.816477E-02
    2.792412E-01  2.862064E-01  2.954516E-01  4.444680E-01  6.554996E-01  4.521988E-01  2.786752E-01  2.775156E-01  2.769213E-01

    5.819476E-02  5.819680E-02  5.816360E-02  5.816274E-02  5.817795E-02  5.819401E-02  5.819488E-02  5.816147E-02  5.815981E-02
    2.774471E-01  2.786065E-01  2.859319E-01  2.853336E-01  2.850342E-01  2.852959E-01  2.858941E-01  2.947398E-01  2.933073E-01

    5.818803E-02  5.821799E-02  5.821967E-02  5.832889E-02  1.259977E-01
    2.925851E-01  2.932355E-01  2.946677E-01  4.482903E-01  9.336164E-01

24  5.825362E-02  5.826552E-02  5.827855E-02  5.842552E-02  5.832880E-02  5.842781E-02  5.822352E-02  5.822132E-02  5.824920E-02
    2.728796E-01  2.792535E-01  2.876297E-01  4.097967E-01  4.444680E-01  6.552925E-01  2.722858E-01  2.712211E-01  2.707454E-01

    5.827935E-02  5.828157E-02  5.824939E-02  5.824844E-02  5.826366E-02  5.827980E-02  5.828075E-02  5.824847E-02  5.824661E-02
    2.713030E-01  2.723718E-01  2.789555E-01  2.784106E-01  2.781845E-01  2.784711E-01  2.790173E-01  2.868796E-01  2.855908E-01

    5.827481E-02  5.830495E-02  5.830683E-02  5.842569E-02  5.832889E-02  1.261939E-01
    2.850435E-01  2.857399E-01  2.870361E-01  4.127602E-01  4.482903E-01  9.334094E-01

25  5.797705E-02  5.797471E-02  5.797064E-02  5.799912E-02  5.789291E-02  5.797529E-02  5.794824E-02  5.794853E-02  5.797764E-02
    3.886923E-01  3.696438E-01  3.497417E-01  2.725917E-01  2.678834E-01  2.619319E-01  3.951460E-01  3.990310E-01  3.954976E-01

    5.800651E-02  5.800622E-02  5.795922E-02  5.795945E-02  5.797516E-02  5.799067E-02  5.799044E-02  5.794207E-02  5.794274E-02
    3.887291E-01  3.857326E-01  3.718482E-01  3.734257E-01  3.726141E-01  3.703070E-01  3.688510E-01  3.527214E-01  3.556168E-01

    5.797199E-02  5.800063E-02  5.799995E-02  5.799822E-02  5.789197E-02  5.797427E-02  4.289951E+00
    3.552847E-01  3.520076E-01  3.493633E-01  2.721354E-01  2.674499E-01  2.615334E-01  1.022084E+00

26  5.797199E-02  5.797516E-02  5.797764E-02  5.804947E-02  5.794693E-02  5.803497E-02  5.794274E-02  5.794207E-02  5.797064E-02
    3.552847E-01  3.726141E-01  3.954976E-01  3.143636E-01  3.074541E-01  2.972589E-01  3.556168E-01  3.527214E-01  3.497417E-01
```

```
      5.799995E-02  5.800063E-02  5.795945E-02  5.795922E-02  5.797471E-02  5.799044E-02  5.799067E-02  5.794853E-02  5.794824E-02
      3.493633E-01  3.520076E-01  3.734257E-01  3.718482E-01  3.696438E-01  3.688510E-01  3.703070E-01  3.990310E-01  3.951460E-01

      5.797705E-02  5.800622E-02  5.800651E-02  5.804895E-02  5.794636E-02  5.803432E-02  5.770861E-02  6.777756E-01
      3.886923E-01  3.857326E-01  3.887291E-01  3.136090E-01  3.067369E-01  2.966402E-01  3.342947E-01  9.856818E-01

  27  5.804805E-02  5.805799E-02  5.806867E-02  5.819861E-02  5.810141E-02  5.819738E-02  5.801833E-02  5.801647E-02  5.804432E-02
      2.837161E-01  2.910783E-01  3.009013E-01  4.212346E-01  4.526923E-01  3.995075E-01  2.832530E-01  2.820265E-01  2.812709E-01

      5.807409E-02  5.807597E-02  5.804206E-02  5.804128E-02  5.805645E-02  5.807239E-02  5.807318E-02  5.803900E-02  5.803749E-02
      2.816940E-01  2.829116E-01  2.908762E-01  2.902412E-01  2.898370E-01  2.900263E-01  2.906582E-01  3.003537E-01  2.988200E-01

      5.806564E-02  5.809537E-02  5.809689E-02  5.819864E-02  5.810135E-02  5.819724E-02  5.777398E-02  5.782382E-02  4.392832E-01
      2.978492E-01  2.983366E-01  2.998529E-01  4.218666E-01  4.499176E-01  3.977865E-01  2.721520E-01  3.154618E-01  1.018769E+00

  28  5.803402E-02  5.804509E-02  5.805714E-02  5.819724E-02  5.810135E-02  5.819864E-02  5.800428E-02  5.800223E-02  5.802990E-02
      2.752170E-01  2.817652E-01  2.903905E-01  3.977865E-01  4.499176E-01  4.218666E-01  2.747942E-01  2.736965E-01  2.730273E-01

      5.805968E-02  5.806176E-02  5.802916E-02  5.802827E-02  5.804336E-02  5.805931E-02  5.806019E-02  5.802744E-02  5.802572E-02
      2.734175E-01  2.745088E-01  2.815793E-01  2.810173E-01  2.806661E-01  2.808417E-01  2.814016E-01  2.898948E-01  2.885569E-01

      5.805369E-02  5.808345E-02  5.808519E-02  5.819738E-02  5.810141E-02  5.819861E-02  5.775868E-02  5.781457E-02  5.797176E-02
      2.877248E-01  2.881735E-01  2.894999E-01  3.995075E-01  4.526923E-01  4.212346E-01  2.648229E-01  3.029506E-01  4.438144E-01

      5.117336E-01
      9.891558E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  8.823761E-02
      4.492718E-01

   2  7.527000E-02  8.959035E-02
      2.823433E-01  4.795772E-01

   3  7.578247E-02  7.694287E-02  9.160383E-02
      2.252171E-01  2.704185E-01  4.253627E-01

   4  6.359701E-02  6.445008E-02  6.548493E-02  1.049812E-01
```

```
      9.165249E-02  9.415568E-02  9.689396E-02  5.469409E-01

   5  6.233707E-02  6.318407E-02  6.419045E-02  7.422168E-02  1.127331E-01
      7.528985E-02  7.697125E-02  7.872539E-02  1.831706E-01  5.089949E-01

   6  6.188980E-02  6.263670E-02  6.354015E-02  7.049577E-02  7.441549E-02  1.048738E-01
      8.296039E-02  8.434567E-02  8.569991E-02  1.687961E-01  1.857041E-01  5.522422E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  2.418075E-01
      9.700565E-01

   1 -3.340002E-02 -1.717351E-02
     -7.341308E-03  1.031150E-02

   2  3.088261E-02  1.381215E-02  1.748937E-02
     -5.882949E-03  1.920776E-01  9.740760E-03

   0  1.904368E-01  3.813515E-04 -2.994226E-03  2.536180E-01
      2.555649E-01 -3.681128E-03 -1.981013E-03  8.945066E-01

   1  7.904109E-03  4.787192E-04 -2.563802E-04  6.375164E-03 -2.068643E-02
      1.404349E-02 -4.874842E-04 -6.412845E-04  5.544890E-03  1.180367E-02

   2 -4.808844E-03  1.408474E-04 -4.913161E-04 -1.029451E-02  3.448504E-02  2.088062E-02
      1.309378E-02 -5.999330E-04 -3.538280E-04 -1.143797E-03  3.568357E-01  1.203890E-02
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.60754E+02	-6.99848E+00	1.88682E-03	2.13041E+05	3.55069E+03	2.41807E-01	9.70056E-01	3.17938E-06
Positive:	1.49147E+02	-2.05651E+00	4.02448E-04	2.92166E+05	4.86944E+03	1.38122E-02	1.92078E-01	8.65696E-06

- **ACOPLAMENTO MUTUO LT 345 kV VIANA 2 - VIANA C3 / LT 345 KV VIANA 2 – VIANA C1 E C2**

```
Alternative Transients Program (ATP),  GNU Linux or DOS.  All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 10-Nov-22  16:03:38   Name of disk plot file is  998csmu.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland,  Oregon, USA.  Source code date is 18 November 2012.
Total size of LABCOM tables = 12454813 INTEGER words.  31 VARDIM  List Sizes follow:  6002  10K  192K  900  420K  1200  15K
  120K  2250  3800  720  2K  72800  510  800K  800  90  254  800K  100K  3K  15K  192K  120  45K  260K  600  210K  1100  19  400
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Descriptive interpretation of input data cards.  |  Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
                                                 0         1         2         3         4         5         6         7         8
                                                 01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
-------------------------------------------------+-----------------------------------------------------------------------------
Comment card.   NUMDCD = 1.                      |C data:998CSMU.ATP
Marker card preceding new EMTP data case.        |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants.  Limit = 120    |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.          |METRIC
Comment card.   NUMDCD = 5.                      |C  DATA: 25/08/22
Comment card.   NUMDCD = 6.                      |C  CLIENTE:COBRA/CTEEP
Comment card.   NUMDCD = 7.                      |C  ELABORADO:ENGEPRO
Comment card.   NUMDCD = 8.                      |C  PB LEILAO 01/2022 - LOTE 3
Comment card.   NUMDCD = 9.                      |C  ACOPLAMENTO LT 345 KV VIANA 2 - VIANA C1 E C2 C/ LT 345 KV VIANA 2 - VIANA C3
Comment card.   NUMDCD = 10.                     |C  CONDUTOR : CAA RAIL /  CAL (2 X 998 MCM)
Comment card.   NUMDCD = 11.                     |C  COMPRIMENTO:  1 KM (P/ ESTIMAR OHM/KM)
Comment card.   NUMDCD = 12.                     |C  PARA-RAIO :PETREL + OPGW 14,4/ 2 X OPGW 14,9
Comment card.   NUMDCD = 13.                     |C  RESISTIVIDADE DO SOLO : 1000 ohms.m
Comment card.   NUMDCD = 14.                     |C  RESISTENCIA DC CORRIGIDA PARA 50 GRAUS
Comment card.   NUMDCD = 15.                     |C  CONSIDERANDO REDUÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS.
Comment card.   NUMDCD = 16.                     |C  PARAMÊTROS RODADOS PARA 1 KM.
Comment card.   NUMDCD = 17.                     |C  SKIN  RESIS     REACT   DIAM    HORIZ   VTOWER   VMID   SEPAR  ALPHA       NB
Comment card.   NUMDCD = 18.                     |C |----|-------|-|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-|
Comment card.   NUMDCD = 19.                     |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
Comment card.   NUMDCD = 20.                     |C        1         2         3         4         5         6         7         8
Line conductor card.  5.000E-01  6.613E-02     4  |  1.5000  .06613 4         2.925     -6.00   27.12    9.00    45.7  00.0       2
Line conductor card.  5.000E-01  6.613E-02     4  |  2.5000  .06613 4         2.925      0.00   31.74   13.62    45.7  00.0       2
Line conductor card.  5.000E-01  6.613E-02     4  |  3.5000  .06613 4         2.925      6.00   27.12    9.00    45.7  00.0       2
Line conductor card.  3.750E-01  6.692E-02     4  |  4.3750  .06692 4         2.959     43.40   30.80    9.00    45.7  00.0       2
Line conductor card.  3.750E-01  6.692E-02     4  |  5.3750  .06692 4         2.959     43.40   37.80   16.00    45.7  00.0       2
Line conductor card.  3.750E-01  6.692E-02     4  |  6.3750  .06692 4         2.959     43.40   44.80   23.00    45.7  00.0       2
Line conductor card.  3.750E-01  6.692E-02     4  |  7.3750  .06692 4         2.959     53.60   30.80    9.00    45.7  00.0       2
Line conductor card.  3.750E-01  6.692E-02     4  |  8.3750  .06692 4         2.959     53.60   37.80   16.00    45.7  00.0       2
Line conductor card.  3.750E-01  6.692E-02     4  |  9.3750  .06692 4         2.959     53.60   44.80   23.00    45.7  00.0       2
```

```
Line conductor card.  2.315E-01  3.200E-01     4  |  0.2315 0.32000 4         1.490     -3.90   35.60   20.67
Line conductor card.  2.315E-01  3.200E-01     4  |  0.2315 0.32000 4         1.490      3.90   35.60   20.67
Line conductor card.  2.000E-01  5.601E-01     4  |  0.2000 0.56010 4         1.170     43.40   51.80   29.80
Line conductor card.  2.500E-01  4.850E-01     4  |  0.2500 0.48500 4         1.440     53.60   51.80   29.80
Blank card terminating conductor cards.           |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Comment card.   NUMDCD = 35.                      |C RHO - RESISTIVIDADE ohm.km (1-8)
Comment card.   NUMDCD = 36.                      |C FREQUENC - FREQUENCIA Hz (9-18)
Comment card.   NUMDCD = 37.                      |C FCAR - ALTA PRECISAO NA FORMULA DE CARSON (19-28)
Comment card.   NUMDCD = 38.                      |C ICPR - IMPRESSAO MATRIZ SUSCEPTANCIA (30-35)
Comment card.   NUMDCD = 39.                      |C IZPR - IMPRESSAO MATRIZ IMPEDANCIA (37-42)
Comment card.   NUMDCD = 40.                      |C I - ICAP: IMPRESAO DA MATRIZ DE SUSCEP EM mho/km - I=0 OU EM F/km - I=1 (44)
Comment card.   NUMDCD = 41.                      |C DIST - COMPRIMENTO DA LT km (45-52)
Comment card.   NUMDCD = 42.                      |C S - ISEG: CABO PARA-RAIO CONTÍNUO - S=0 OU SEGMENTADO - S=1 (58)
Comment card.   NUMDCD = 43.                      |C MD - MODELO DA LINHA TRANSPOSTA - MD=0  OU NÃO-TRASPOSTA - MD=1 (69-70)
Comment card.   NUMDCD = 44.                      |C    RHO  FREQUENC      FCAR   ICPR   IZPR I    DIST     S          MD
Comment card.   NUMDCD = 45.                      |C -----|---------|---------| |----| |----| X|------| |--|XX|-||-||-||X|X
Frequency card.  1.000E+03  6.000E+01  1.000E+00  | 1000.       60.00         1    111 111    1   1.00      0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (Ohm/km)	Reactance data specification X-type	X(Ohm/km) or GMR	Diameter (cm)	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name
1	1	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-6.229	15.040	
2	2	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-0.229	19.660	
3	3	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	5.771	15.040	
4	4	.37500	.06692	4	.000000	2.95900	43.171	16.267	
5	5	.37500	.06692	4	.000000	2.95900	43.171	23.267	
6	6	.37500	.06692	4	.000000	2.95900	43.171	30.267	
7	7	.37500	.06692	4	.000000	2.95900	53.372	16.267	
8	8	.37500	.06692	4	.000000	2.95900	53.372	23.267	
9	9	.37500	.06692	4	.000000	2.95900	53.372	30.267	
10	1	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	-5.771	15.040	
11	2	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	0.229	19.660	
12	3	.50000	.06613	4	.000000	2.92500	6.229	15.040	
13	4	.37500	.06692	4	.000000	2.95900	43.628	16.267	
14	5	.37500	.06692	4	.000000	2.95900	43.628	23.267	
15	6	.37500	.06692	4	.000000	2.95900	43.628	30.267	
16	7	.37500	.06692	4	.000000	2.95900	53.828	16.267	
17	8	.37500	.06692	4	.000000	2.95900	53.828	23.267	
18	9	.37500	.06692	4	.000000	2.95900	53.828	30.267	
19	0	.23150	.32000	4	.000000	1.49000	-3.900	25.647	
20	0	.23150	.32000	4	.000000	1.49000	3.900	25.647	

```
    21       0        .20000        .56010        4              .000000      1.17000       43.400       37.133
    22       0        .25000        .48500        4              .000000      1.44000       53.600       37.133

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03  Ohm-meters  and frequency 6.00000000E+01  Hz.   Correction factor =
1.00000000E-06

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.065802E-08

   2 -4.824564E-10  1.079265E-08

   3 -2.377990E-10 -4.640145E-10  1.070210E-08

   4 -1.077660E-11 -2.066743E-11 -3.589696E-11  1.074321E-08

   5 -1.371472E-11 -2.553743E-11 -3.901232E-11 -5.278317E-10  1.080070E-08

   6 -1.852485E-11 -3.255725E-11 -4.251168E-11 -1.787222E-10 -5.366866E-10  1.073670E-08

   7 -3.776861E-12 -6.523839E-12 -9.578101E-12 -3.072172E-10 -1.932783E-10 -9.457259E-11  1.076382E-08

   8 -5.167853E-12 -8.524767E-12 -1.090499E-11 -1.929267E-10 -2.691725E-10 -1.992645E-10 -5.077949E-10  1.082556E-08

   9 -8.591425E-12 -1.350388E-11 -1.510197E-11 -9.426628E-11 -1.994131E-10 -3.170271E-10 -1.642166E-10 -5.139679E-10  1.076486E-08

  10 -5.487007E-09 -5.428034E-10 -2.748166E-10 -1.116681E-11 -1.396465E-11 -1.847031E-11 -3.790512E-12 -5.100538E-12 -8.358619E-12
      1.069742E-08

  11 -4.126904E-10 -5.373156E-09 -5.399954E-10 -2.304071E-11 -2.813923E-11 -3.527156E-11 -7.100556E-12 -9.147945E-12 -1.428777E-11
     -4.663114E-10  1.079321E-08

  12 -2.068794E-10 -4.098262E-10 -5.481562E-09 -4.144029E-11 -4.466051E-11 -4.808834E-11 -1.093872E-11 -1.232405E-11 -1.686700E-11
     -2.374769E-10 -4.790332E-10  1.066433E-08

  13 -9.318543E-12 -1.778391E-11 -3.063343E-11 -5.464581E-09 -5.083722E-10 -1.686530E-10 -3.656666E-10 -2.214060E-10 -1.009302E-10
```

-9.639843E-12 -1.980294E-11 -3.534596E-11 1.076547E-08

14 -1.183962E-11 -2.189133E-11 -3.312733E-11 -5.075309E-10 -5.404626E-09 -5.147342E-10 -2.214583E-10 -3.237927E-10 -2.264819E-10

-1.203246E-11 -2.408541E-11 -3.789919E-11 -5.058529E-10 1.082782E-08

15 -1.641882E-11 -2.860141E-11 -3.693595E-11 -1.685731E-10 -5.155315E-10 -5.467072E-09 -1.013009E-10 -2.268959E-10 -3.723177E-10

-1.633751E-11 -3.092981E-11 -4.174619E-11 -1.619729E-10 -5.115279E-10 1.076668E-08

16 -3.654325E-12 -6.189179E-12 -8.785683E-12 -2.596552E-10 -1.684610E-10 -8.814487E-11 -5.466553E-09 -5.098609E-10 -1.713010E-10

-3.647389E-12 -6.705252E-12 -1.001009E-11 -3.073652E-10 -1.931629E-10 -9.490490E-11 1.074086E-08

17 -5.082459E-12 -8.228666E-12 -1.020500E-11 -1.683898E-10 -2.254889E-10 -1.759189E-10 -5.107092E-10 -5.407357E-09 -5.185495E-10

-4.993717E-12 -8.792497E-12 -1.150438E-11 -1.933935E-10 -2.693785E-10 -2.001199E-10 -5.306195E-10 1.079742E-08

18 -8.466994E-12 -1.313372E-11 -1.439328E-11 -8.767532E-11 -1.754112E-10 -2.725857E-10 -1.713108E-10 -5.176613E-10 -5.469473E-09

-8.215070E-12 -1.385591E-11 -1.604622E-11 -9.437359E-11 -1.990500E-10 -3.172668E-10 -1.819309E-10 -5.402761E-10 1.073363E-08

19 -4.698472E-10 -7.508643E-10 -2.451871E-10 -3.099780E-11 -4.243951E-11 -6.086405E-11 -1.158810E-11 -1.661235E-11 -2.850351E-11

-4.559830E-10 -6.767117E-10 -2.357853E-10 -2.692239E-11 -3.674542E-11 -5.400812E-11 -1.131263E-11 -1.640700E-11 -2.809967E-11

 7.027528E-09

20 -2.393593E-10 -6.736422E-10 -4.466881E-10 -5.805016E-11 -7.468556E-11 -9.776609E-11 -1.853669E-11 -2.475794E-11 -3.965910E-11

-2.477102E-10 -7.464974E-10 -4.588682E-10 -5.001390E-11 -6.401541E-11 -8.574874E-11 -1.759936E-11 -2.385513E-11 -3.845249E-11

-9.964142E-10 7.044830E-09

21 -3.136102E-11 -5.128729E-11 -5.769654E-11 -1.196006E-10 -2.683243E-10 -8.077836E-10 -7.787273E-11 -1.644414E-10 -3.848155E-10

-3.068027E-11 -5.455877E-11 -6.443234E-11 -1.113396E-10 -2.543562E-10 -7.890619E-10 -7.763543E-11 -1.582831E-10 -3.522279E-10

-1.062655E-10 -1.544832E-10 6.764675E-09

22 -1.937362E-11 -2.921777E-11 -2.965665E-11 -7.845739E-11 -1.614561E-10 -3.623901E-10 -1.187857E-10 -2.666547E-10 -8.170277E-10

```
     -1.866326E-11 -3.057474E-11 -3.281231E-11 -7.925634E-11 -1.684246E-10 -3.965284E-10 -1.281936E-10 -2.821198E-10 -8.373886E-10

     -6.511339E-11 -8.569267E-11 -8.008411E-10  6.926465E-09

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.038143E-08

   2 -1.904262E-09  1.083955E-08

   3 -9.569718E-10 -1.892869E-09  1.040331E-08

   4 -4.090180E-11 -8.129498E-11 -1.433166E-10  1.057952E-08

   5 -5.155146E-11 -9.965340E-11 -1.546994E-10 -2.049588E-09  1.081926E-08

   6 -6.975150E-11 -1.273600E-10 -1.692822E-10 -6.779212E-10 -2.078480E-09  1.056923E-08

   7 -1.486909E-11 -2.651882E-11 -3.931259E-11 -1.239904E-09 -7.763606E-10 -3.789232E-10  1.057158E-08

   8 -2.034457E-11 -3.469387E-11 -4.493841E-11 -7.761160E-10 -1.087833E-09 -8.021992E-10 -2.058984E-09  1.080826E-08

   9 -3.363211E-11 -5.478129E-11 -6.240846E-11 -3.772454E-10 -8.003563E-10 -1.279197E-09 -6.887594E-10 -2.090455E-09  1.055954E-08

Capacitance matrix,  in units of  [farads/kmeter ]  for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence  (0, 1, 2),  (0, 1, 2),  etc.;  columns proceed in the sequence  (0, 2, 1),  (0, 2, 1),  etc.

   0  7.372029E-09
      0.000000E+00

   1  7.408251E-11 -3.881701E-10
     -1.475266E-10 -6.728504E-10

   2  7.408251E-11  1.212613E-08 -3.881701E-10
      1.475266E-10  3.055348E-25  6.728504E-10

   0 -3.126038E-10  7.519951E-11  7.519951E-11  7.452012E-09
      0.000000E+00  4.589639E-11 -4.589639E-11  0.000000E+00
```

```
   1  2.354517E-11 -5.178702E-12  1.383205E-12  2.000001E-10 -5.147256E-10
      1.746181E-11  3.057916E-12 -4.758029E-12 -3.237893E-10 -8.641087E-10

   2  2.354517E-11  1.383205E-12 -5.178702E-12  2.000001E-10  1.225800E-08 -5.147256E-10
     -1.746181E-11  4.758029E-12 -3.057916E-12  3.237893E-10  2.714657E-26  8.641087E-10

   0 -1.104997E-10  2.082699E-11  2.082699E-11 -2.506045E-09  5.638968E-11  5.638968E-11  7.420994E-09
      0.000000E+00  8.852361E-12 -8.852361E-12  0.000000E+00 -5.895609E-11  5.895609E-11  0.000000E+00

   1  1.489962E-11 -2.044523E-12 -7.358450E-13  5.542847E-11 -1.682074E-10 -5.504446E-10  2.014225E-10 -5.151604E-10
      1.467769E-11 -4.714879E-13 -2.698853E-12 -6.043380E-11 -2.851165E-10  1.182702E-13 -3.237494E-10 -8.629003E-10

   2  1.489962E-11 -7.358450E-13 -2.044523E-12  5.542847E-11 -5.504446E-10 -1.682074E-10  2.014225E-10  1.225919E-08 -5.151604E-10
     -1.467769E-11  2.698853E-12  4.714879E-13  6.043380E-11 -1.182702E-13  2.851165E-10  3.237494E-10  2.156667E-25  8.629003E-10

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  1.263861E-01
      9.333314E-01

   2  5.839572E-02  1.261733E-01
      4.436366E-01  9.335552E-01

   3  5.850066E-02  5.839572E-02  1.263861E-01
      4.088139E-01  4.436366E-01  9.333314E-01

   4  5.843575E-02  5.833874E-02  5.845202E-02  1.266386E-01
      3.021363E-01  3.118032E-01  3.230973E-01  9.305767E-01

   5  5.827624E-02  5.817979E-02  5.829186E-02  5.828533E-02  1.263182E-01
      3.012978E-01  3.119428E-01  3.215260E-01  4.496818E-01  9.309154E-01

   6  5.811805E-02  5.802218E-02  5.813309E-02  5.812591E-02  5.796794E-02  1.260037E-01
      2.990766E-01  3.101842E-01  3.176947E-01  3.975888E-01  4.500198E-01  9.312527E-01

   7  5.841878E-02  5.832384E-02  5.843845E-02  5.844458E-02  5.828371E-02  5.812436E-02  1.266386E-01
      2.879947E-01  2.959697E-01  3.049325E-01  4.211269E-01  4.067474E-01  3.815368E-01  9.305767E-01

   8  5.825989E-02  5.816544E-02  5.827883E-02  5.828371E-02  5.812436E-02  5.796646E-02  5.828533E-02  1.263182E-01
      2.874687E-01  2.961195E-01  3.040175E-01  4.067474E-01  4.214656E-01  4.070854E-01  4.496818E-01  9.309154E-01
```

```
 9  5.810227E-02  5.800833E-02  5.812056E-02  5.812436E-02  5.796646E-02  5.780995E-02  5.812591E-02  5.796794E-02  1.260037E-01
    2.859657E-01  2.950107E-01  3.016234E-01  3.815368E-01  4.070854E-01  4.218029E-01  3.975888E-01  4.500198E-01  9.312527E-01

10  5.850307E-02  5.839580E-02  5.850084E-02  5.843644E-02  5.827691E-02  5.811870E-02  5.841960E-02  5.826068E-02  5.810303E-02
    6.552137E-01  4.472746E-01  4.117414E-01  3.028365E-01  3.019793E-01  2.997159E-01  2.885747E-01  2.880379E-01  2.865101E-01

    1.263861E-01
    9.333314E-01

11  5.839563E-02  5.829021E-02  5.839580E-02  5.833934E-02  5.818037E-02  5.802274E-02  5.832457E-02  5.816615E-02  5.800901E-02
    4.400684E-01  6.554375E-01  4.472746E-01  3.125963E-01  3.127353E-01  3.109368E-01  2.966126E-01  2.967620E-01  2.956316E-01

    5.839572E-02  1.261733E-01
    4.436366E-01  9.335552E-01

12  5.850048E-02  5.839563E-02  5.850307E-02  5.845256E-02  5.829237E-02  5.813358E-02  5.843912E-02  5.827948E-02  5.812118E-02
    4.059958E-01  4.400684E-01  6.552137E-01  3.240231E-01  3.224096E-01  3.184883E-01  3.056593E-01  3.047234E-01  3.022826E-01

    5.850066E-02  5.839572E-02  1.263861E-01
    4.088139E-01  4.436366E-01  9.333314E-01

13  5.843505E-02  5.833814E-02  5.845148E-02  5.844628E-02  5.828533E-02  5.812591E-02  5.844473E-02  5.828386E-02  5.812450E-02
    3.014426E-01  3.110183E-01  3.221826E-01  6.552732E-01  4.495215E-01  3.975487E-01  4.245830E-01  4.090621E-01  3.826997E-01

    5.843575E-02  5.833874E-02  5.845202E-02  1.266386E-01
    3.021363E-01  3.118032E-01  3.230973E-01  9.305767E-01

14  5.827556E-02  5.817921E-02  5.829134E-02  5.828533E-02  5.812591E-02  5.796794E-02  5.828386E-02  5.812450E-02  5.796659E-02
    3.006222E-01  3.111585E-01  3.206522E-01  4.495215E-01  6.556118E-01  4.498595E-01  4.090621E-01  4.249217E-01  4.094001E-01

    5.827624E-02  5.817979E-02  5.829186E-02  5.828533E-02  1.263182E-01
    3.012978E-01  3.119428E-01  3.215260E-01  4.496818E-01  9.309154E-01

15  5.811740E-02  5.802162E-02  5.813259E-02  5.812591E-02  5.796794E-02  5.781137E-02  5.812450E-02  5.796659E-02  5.781007E-02
    2.984422E-01  3.094387E-01  3.169079E-01  3.975487E-01  4.498595E-01  6.559491E-01  3.826997E-01  4.094001E-01  4.252590E-01

    5.811805E-02  5.802218E-02  5.813309E-02  5.812591E-02  5.796794E-02  1.260037E-01
    2.990766E-01  3.101842E-01  3.176947E-01  3.975888E-01  4.500198E-01  9.312527E-01

16  5.841795E-02  5.832311E-02  5.843777E-02  5.844442E-02  5.828357E-02  5.812422E-02  5.844628E-02  5.828533E-02  5.812591E-02
```

	2.874192E-01	2.953323E-01	3.042127E-01	4.178223E-01	4.044697E-01	3.803579E-01	6.552732E-01	4.495215E-01	3.975487E-01	
	5.841878E-02	5.832384E-02	5.843845E-02	5.844458E-02	5.828371E-02	5.812436E-02	1.266386E-01			
	2.879947E-01	2.959697E-01	3.049325E-01	4.211269E-01	4.067474E-01	3.815368E-01	9.305767E-01			
17	5.825909E-02	5.816474E-02	5.827818E-02	5.828357E-02	5.812422E-02	5.796632E-02	5.828533E-02	5.812591E-02	5.796794E-02	
	2.869036E-01	2.954824E-01	3.033179E-01	4.044697E-01	4.181610E-01	4.048076E-01	4.495215E-01	6.556118E-01	4.498595E-01	
	5.825989E-02	5.816544E-02	5.827883E-02	5.828371E-02	5.812436E-02	5.796646E-02	5.828533E-02	1.263182E-01		
	2.874687E-01	2.961195E-01	3.040175E-01	4.067474E-01	4.214656E-01	4.070854E-01	4.496818E-01	9.309154E-01		
18	5.810150E-02	5.800765E-02	5.811993E-02	5.812422E-02	5.796632E-02	5.780982E-02	5.812591E-02	5.796794E-02	5.781137E-02	
	2.854250E-01	2.943947E-01	3.009695E-01	3.803579E-01	4.048076E-01	4.184983E-01	3.975487E-01	4.498595E-01	6.559491E-01	
	5.810227E-02	5.800833E-02	5.812056E-02	5.812436E-02	5.796646E-02	5.780995E-02	5.812591E-02	5.796794E-02	1.260037E-01	
	2.859657E-01	2.950107E-01	3.016234E-01	3.815368E-01	4.070854E-01	4.218029E-01	3.975888E-01	4.500198E-01	9.312527E-01	
19	5.825888E-02	5.815354E-02	5.825752E-02	5.819785E-02	5.804022E-02	5.788389E-02	5.818242E-02	5.802532E-02	5.786947E-02	
	4.166018E-01	4.495760E-01	3.955647E-01	3.045879E-01	3.061287E-01	3.060322E-01	2.902734E-01	2.913752E-01	2.913644E-01	
	5.825891E-02	5.815348E-02	5.825738E-02	5.819722E-02	5.803961E-02	5.788330E-02	5.818167E-02	5.802459E-02	5.786876E-02	
	4.172205E-01	4.469452E-01	3.939445E-01	3.038871E-01	3.054022E-01	3.053108E-01	2.896898E-01	2.907772E-01	2.907692E-01	
	3.781208E-01									
	9.773713E-01									
20	5.825738E-02	5.815348E-02	5.825891E-02	5.820775E-02	5.804977E-02	5.789311E-02	5.819447E-02	5.803696E-02	5.788073E-02	
	3.939445E-01	4.469452E-01	4.172205E-01	3.176219E-01	3.197443E-01	3.195330E-01	3.009758E-01	3.023891E-01	3.023176E-01	
	5.825752E-02	5.815354E-02	5.825888E-02	5.820722E-02	5.804925E-02	5.789261E-02	5.819381E-02	5.803632E-02	5.788012E-02	
	3.955647E-01	4.495760E-01	4.166018E-01	3.167962E-01	3.188752E-01	3.186726E-01	3.003065E-01	3.016975E-01	3.016304E-01	
	5.801746E-02	3.781208E-01								
	4.418069E-01	9.773713E-01								
21	5.796383E-02	5.786857E-02	5.797842E-02	5.797094E-02	5.781434E-02	5.765910E-02	5.796952E-02	5.781298E-02	5.765778E-02	
	2.954999E-01	3.065324E-01	3.120165E-01	3.676588E-01	3.986343E-01	4.517616E-01	3.599098E-01	3.829317E-01	4.090442E-01	
	5.796446E-02	5.786911E-02	5.797890E-02	5.797094E-02	5.781434E-02	5.765910E-02	5.796939E-02	5.781285E-02	5.765766E-02	
	2.960810E-01	3.072155E-01	3.126994E-01	3.676588E-01	3.986343E-01	4.517616E-01	3.592583E-01	3.817458E-01	4.067197E-01	

```
      5.773147E-02  5.774045E-02  6.176510E-01
      3.040335E-01  3.167186E-01  9.947131E-01

  22  5.794850E-02  5.785511E-02  5.796626E-02  5.796939E-02  5.781285E-02  5.765766E-02  5.797094E-02  5.781434E-02  5.765910E-02
      2.834073E-01  2.925268E-01  2.978096E-01  3.592583E-01  3.817458E-01  4.067197E-01  3.676588E-01  3.986343E-01  4.517616E-01

      5.794924E-02  5.785577E-02  5.796686E-02  5.796952E-02  5.781298E-02  5.765778E-02  5.797094E-02  5.781434E-02  5.765910E-02
      2.839154E-01  2.931077E-01  2.984050E-01  3.599098E-01  3.829317E-01  4.090442E-01  3.676588E-01  3.986343E-01  4.517616E-01

      5.771743E-02  5.772840E-02  5.750674E-02  5.425876E-01
      2.899987E-01  3.005009E-01  4.221325E-01  9.813167E-01

Impedance matrix,  in units of Ohms/kmeter  for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

   1  8.710671E-02
      5.428671E-01

   2  5.603059E-02  9.385322E-02
      1.709403E-01  4.977274E-01

   3  5.294791E-02  5.611182E-02  8.766664E-02
      1.551569E-01  1.680629E-01  5.365321E-01

   4  4.723900E-02  4.788472E-02  4.897345E-02  8.995569E-02
      8.084236E-02  7.479516E-02  9.611393E-02  5.726725E-01

   5  4.776264E-02  4.824480E-02  4.979233E-02  5.856770E-02  9.590196E-02
      7.385558E-02  6.890383E-02  8.783810E-02  2.195540E-01  5.524750E-01

   6  4.843766E-02  4.861462E-02  5.091338E-02  6.266269E-02  6.675737E-02  1.072940E-01
      6.393290E-02  5.977732E-02  7.549077E-02  1.540875E-01  1.942610E-01  5.206547E-01

   7  4.610218E-02  4.640601E-02  4.786125E-02  5.592472E-02  5.870160E-02  6.281855E-02  9.034776E-02
      7.380466E-02  6.700957E-02  8.501418E-02  2.052292E-01  1.809002E-01  1.421059E-01  5.807591E-01

   8  4.651654E-02  4.663736E-02  4.855129E-02  5.855730E-02  6.180328E-02  6.657753E-02  5.907050E-02  9.651547E-02
      6.736935E-02  6.141955E-02  7.764502E-02  1.810783E-01  1.850074E-01  1.557552E-01  2.274251E-01  5.600860E-01

   9  4.695511E-02  4.675584E-02  4.937722E-02  6.238271E-02  6.626845E-02  7.183345E-02  6.329069E-02  6.747907E-02  1.080689E-01
      5.804456E-02  5.286606E-02  6.663801E-02  1.420133E-01  1.554683E-01  1.536502E-01  1.610018E-01  2.008291E-01  5.260285E-01
```

Impedance matrix, in units of Ohms/kmeter for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

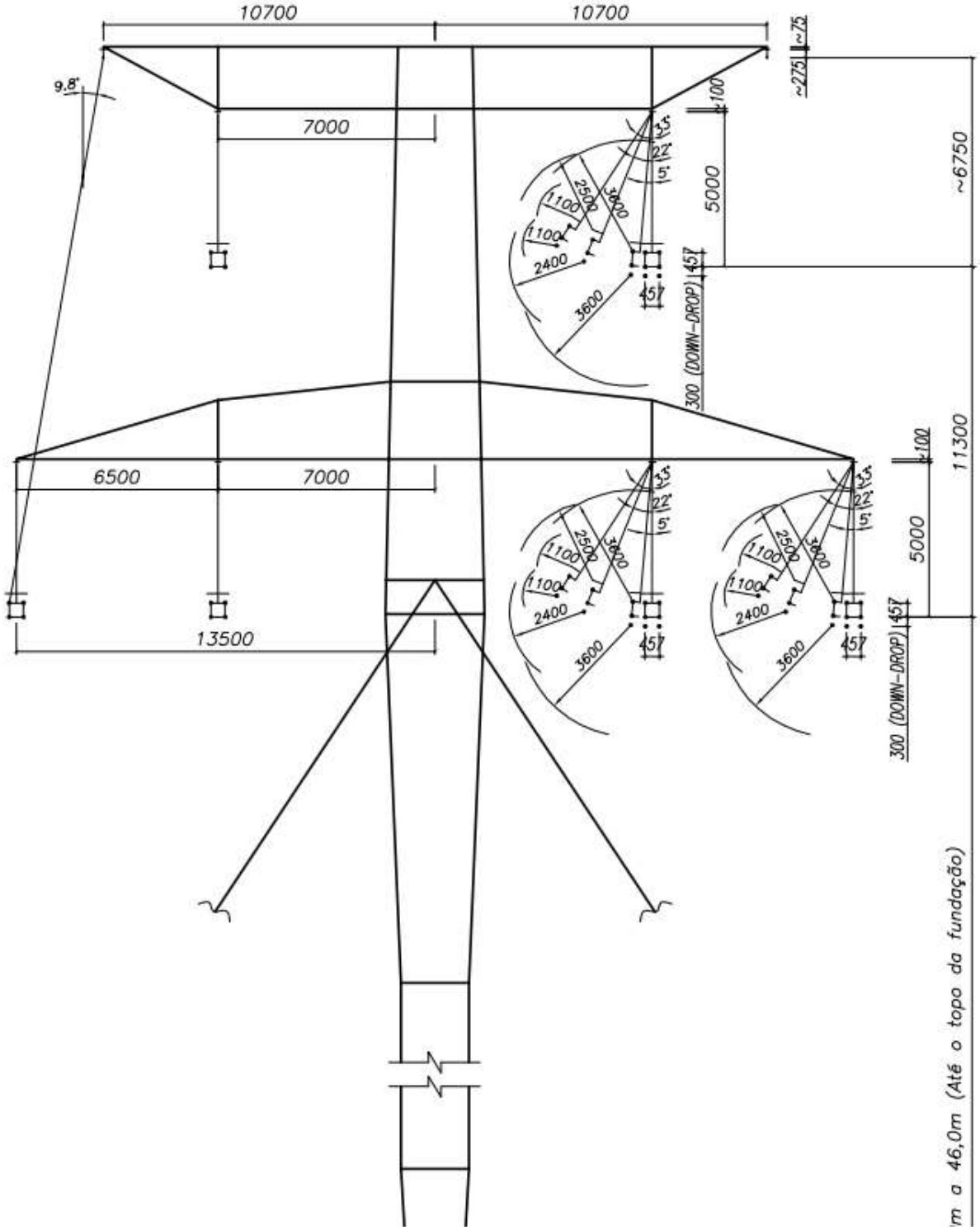
```
   0  1.996024E-01
      8.551490E-01

   1  4.887081E-03 -2.045058E-02
      9.583478E-03  1.191589E-02

   2 -8.404271E-03  3.451208E-02  2.017852E-02
      4.231871E-03  3.609888E-01  1.192815E-02

   0  1.459542E-01  1.489868E-02 -1.741359E-02  2.230424E-01
      2.271833E-01 -5.700858E-03 -2.851615E-03  9.272024E-01

   1 -9.991913E-03  1.234159E-03 -6.966939E-04 -3.401243E-02 -2.839738E-02
      1.165882E-02  8.984309E-04 -1.193726E-03  5.085073E-03  1.792042E-02

   2  8.134879E-03  1.139668E-03 -1.542408E-03  2.215611E-02  3.505464E-02  2.882541E-02
      1.290930E-02 -7.526287E-04  3.760371E-04  1.402653E-02  3.592999E-01  1.607168E-02

   0  1.417209E-01  1.278344E-02 -1.493054E-02  1.882892E-01 -2.588041E-02  1.445594E-02  2.248709E-01
      2.032703E-01 -3.755199E-03 -2.965572E-04  5.004027E-01  9.785921E-03  1.813221E-02  9.484618E-01

   1 -9.014212E-03  8.433944E-04 -5.383326E-04 -2.583410E-02 -1.318328E-02  6.408016E-04 -3.508726E-02 -2.830045E-02
      1.087981E-02  7.669414E-04 -9.288608E-04  1.000577E-02  8.627674E-03  2.173698E-02  5.808635E-03  1.787638E-02

   2  7.662716E-03  9.341619E-04 -1.155018E-03  1.498977E-02  6.314505E-04  1.366478E-02  2.292534E-02  3.503061E-02  2.873547E-02
      1.167828E-02 -4.792380E-04  2.784804E-04  1.782685E-02  2.174711E-02  7.422281E-03  1.491552E-02  3.592059E-01  1.607908E-02
```

Sequence	Surge impedance magnitude(Ohm)	Surge impedance angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance Ohm/km	Reactance Ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	5.62110E+02	-6.56916E+00	1.55235E-03	2.42914E+05	4.04856E+03	1.99602E-01	8.55149E-01	2.77919E-06
Positive:	2.81649E+02	-2.73056E+00	5.32771E-04	2.93132E+05	4.88553E+03	3.45121E-02	3.60989E-01	4.57144E-06

ANEXO 7 – DESENHO DA ESTRUTURA PREDOMINANTE

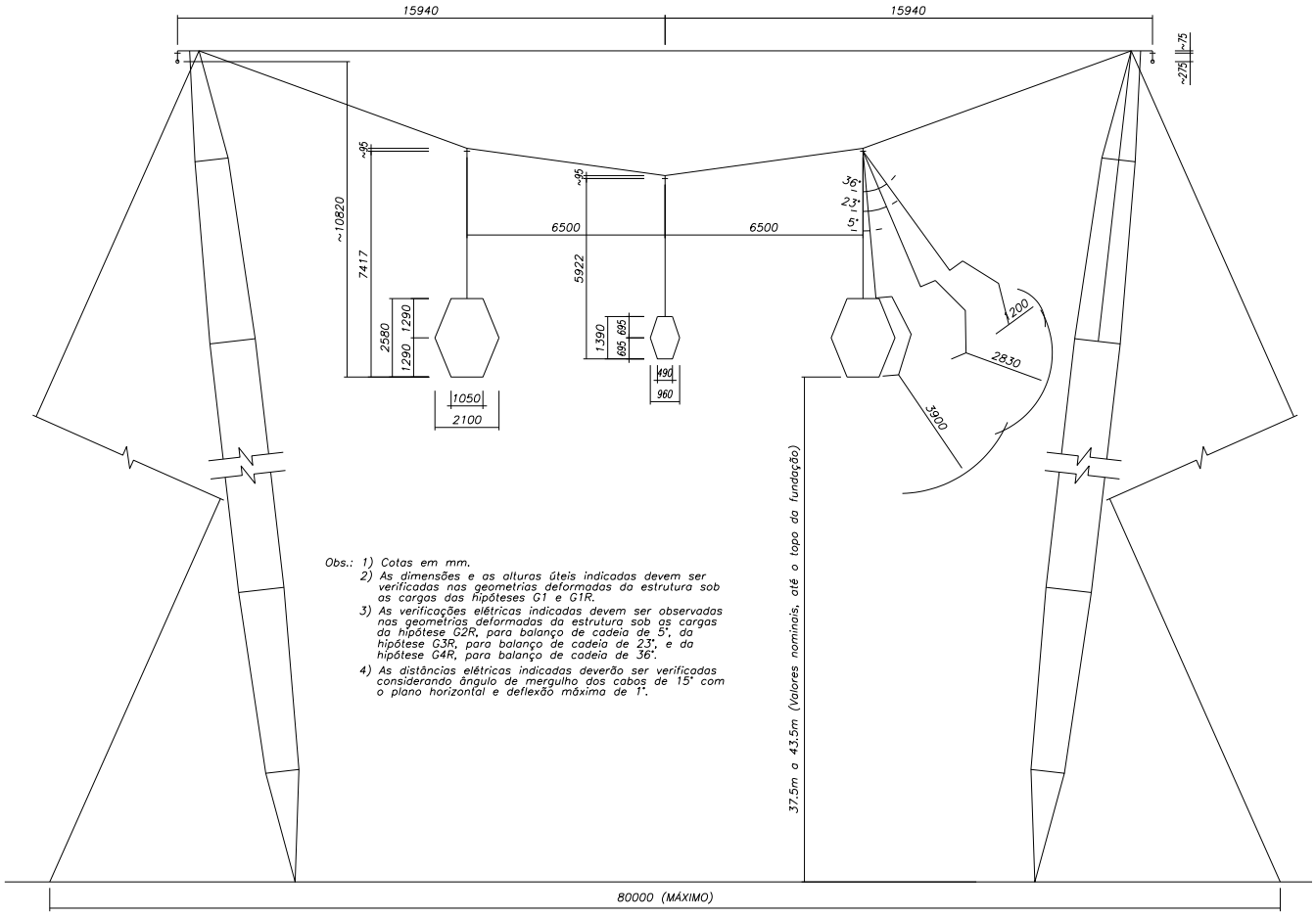
ESTRUTURA DANUBIO TIPO I5DEL

LT 500KV JAÍBA – JANAÚBA 6 E JANÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 C2



ESTRUTURA CROSS ROPE TIPO I51CR

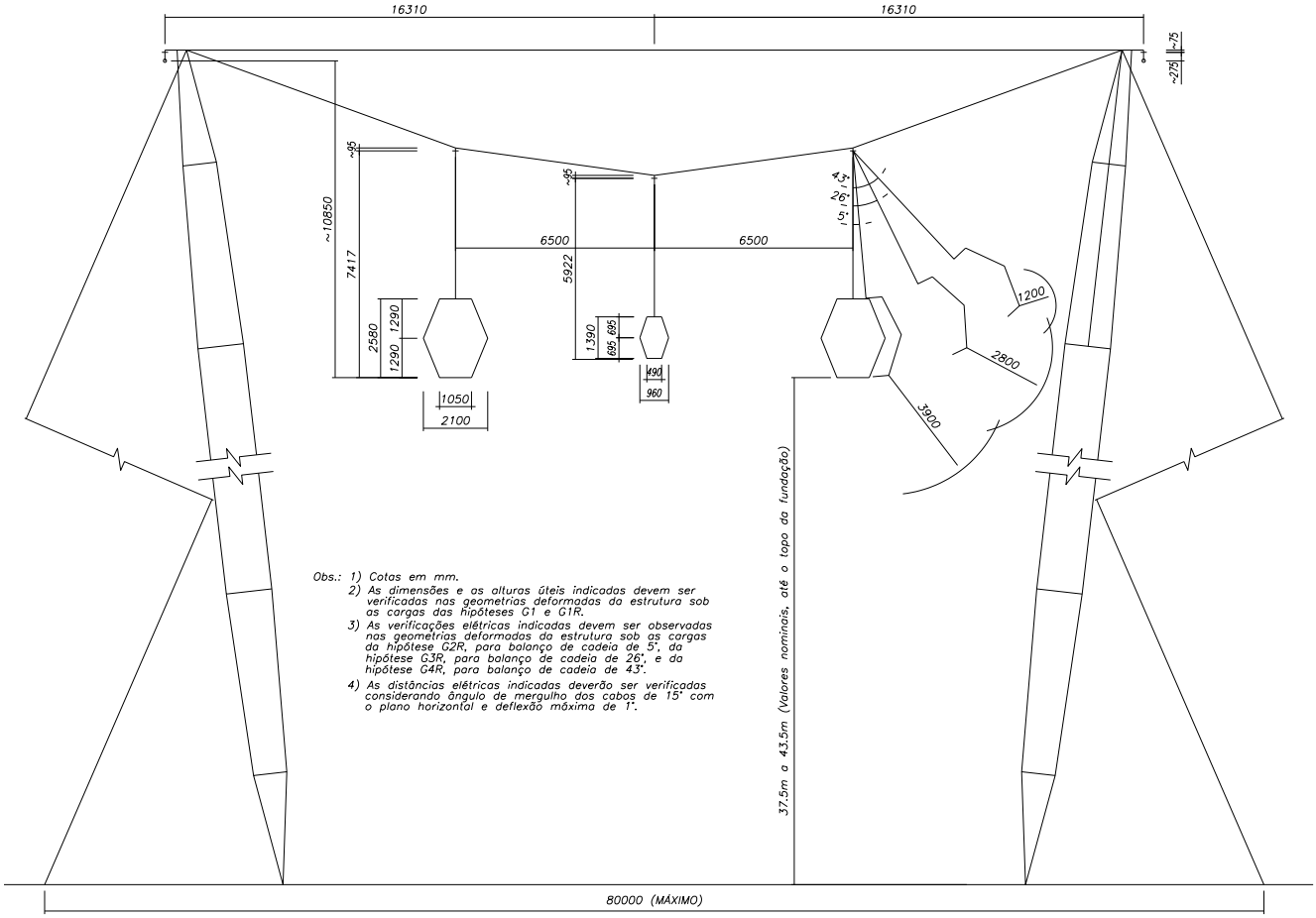
LT 500KV JANAÚBA 6 CAPELINHA 3 C1 C2



Obs.: 1) Cotas em mm.
2) As dimensões e as alturas úteis indicadas devem ser verificadas nas geometrias deformadas da estrutura sob as cargas das hipóteses G1 e G1R.
3) As verificações elétricas indicadas devem ser observadas nas geometrias deformadas da estrutura sob as cargas da hipótese G2R, para balanço de cadeia de 5°, da hipótese G3R, para balanço de cadeia de 23°, e da hipótese G4R, para balanço de cadeia de 36°.
4) As distâncias elétricas indicadas deverão ser verificadas considerando ângulo de mergulho dos cabos de 15° com o plano horizontal e deflexão máxima de 1°.

ESTRUTURA CROSS ROPE TIPO I52CR

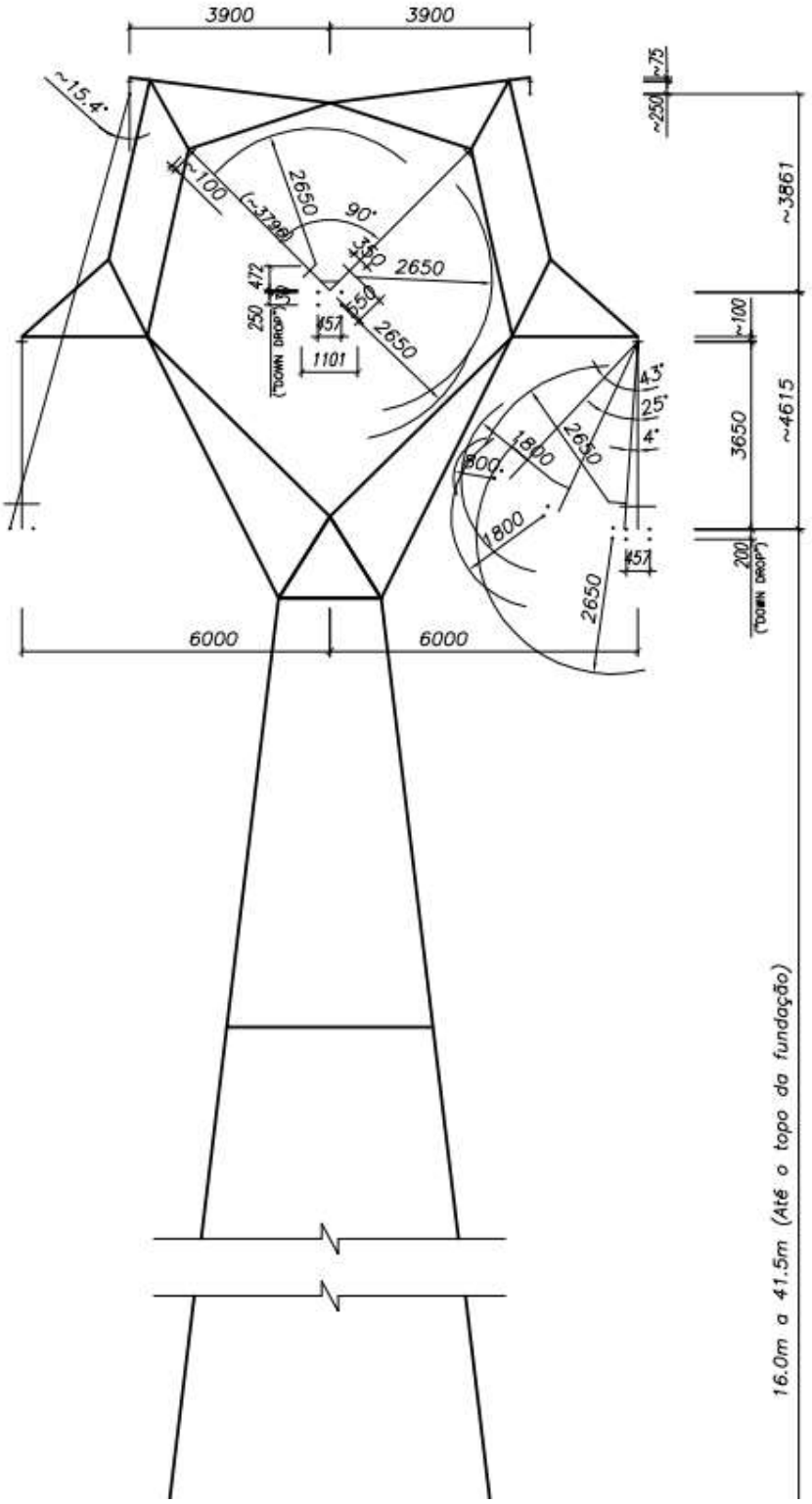
LT 500KV CAPELINHA 3 – GOVERNADOR VALADARES 6 C1 C2
E LT 500KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1



Obs.: 1) Cotas em mm.
2) As dimensões e as alturas úteis indicadas devem ser verificadas nas geometrias deformadas da estrutura sob as cargas das hipóteses G1 e G1R.
3) As verificações elétricas indicadas devem ser observadas nas geometrias deformadas da estrutura sob as cargas da hipótese G2R, para balanço de cadeia de 5°, da hipótese G3R, para balanço de cadeia de 26°, e da hipótese G4R, para balanço de cadeia de 43°.
4) As distâncias elétricas indicadas deverão ser verificadas considerando ângulo de mergulho dos cabos de 15° com o plano horizontal e deflexão máxima de 1°.

ESTRUTURA CARA DE GATO TIPO I3SL

LT 345KV VIANA 2 – VIANA C3



03	REVISADO CONFORME COMENTÁRIO	07/12/2022	SHF/APC	AQ	JCS
02	REVISADO CONFORME COMENTÁRIO	12/11/2022	SHF/APC	AQ	JCS
01	EMISSÃO INICIAL	29/09/2022	SHF/APC	AQ	JCS
Rev.	**Descrição das Revisões**	**Data**	**Elaborado**	**Verificado**	**Aprovado**

ENGEPRO

cobra BRASIL

isa CTEEP

LOTE "03" DO LEILÃO 001/2022

LT CD 500 kV JAÍBA – JANAÚBA 6 C1 e C2
LT CD 500 kV JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV CAPELINHA 3 – GOV. VALADARES 6 C1 e C2
LT CS 500 kV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1
LT CS 345 kV VIANA 2 – VIANA C3

PROJETO BÁSICO

ELAB.	**VERIF.**	**APROV.**	**ISOLADORES E FERRAGENS**		
SHF / APC	AQ	JCS			
RESP. TÉC.	**CREA**	**DATA**	Nº DOC BR-LOT3-71450-L-00-D0006	**FOLHA**	**REV.**
Joel da Costa Souza	200158892-5	29/09/2022		1/48	03

ÍNDICE

1. OBJETIVO 3
2. NORMAS TÉCNICAS 3
3. CONDUTOR E CABOS PARA-RAIOS 3
4. ISOLADORES 4
4.1. Tipo / Característica 4
4.2. Tipo por Cadeia 4
4.3. Materiais 5
4.4. Ensaios de Tipo 6
4.5. Ensaios de Rotina 6
4.6. Ensaios de Aceitação 6
5. FERRAGENS 6
5.1. Cadeias de Suspensão e Ancoragem dos Cabos 6
5.2. Emendas dos Cabos 8
5.3. Espaçadores Amortecedores 9
5.4. Amortecedores de Vibração 9
5.5. Esferas de Sinalização 9
5.6. Reparos 9
5.7. Cordoalhas de Aterramento 9
5.8. Conectores de Aterramento 10
6. ENSAIOS DE TIPO PARA FERRAGENS 10
6.1. Ensaio de RIV e Corona 10
6.2. Ensaio de Arco de Potência 10
6.3. Ensaio de Ciclo Térmico 11
6.4. Ensaio de Carga de Escorregamento 11
6.5. Ensaio de Resistência a Ruptura 11
6.6. Ensaios dos Espaçadores-Amortecedores 11
6.7. Ensaios dos Amortecedores de Vibração 11
7. ENSAIOS DE ROTINA PARA FERRAGENS 11
7.1. Peças Forjadas 11
7.2. Peças Fundidas 12
7.3. Chapas Trabalhadas 12
7.4. Partes Não Metálicas 12
7.5. Inspeção por Partículas Magnéticas 12
7.6. Inspeção Radiográfica 12
8. ENSAIOS DE ACEITAÇÃO PARA FERRAGENS 12
9. REFERÊNCIAS 15
ANEXO 1 – DESENHOS DAS CADEIAS 16
ANEXO 2 – CALCULO DE CARGAS NOS ISOLADORES 41

1. OBJETIVO

.1 Definir as características principais para a linha de transmissão pertencente ao Lote 3 do Leilão 001/2022 descritas abaixo:

- LT CD 500 kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2
- LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Capelinha 3 – Govenador Valadares 6, C1 e C2
- LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1
- LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3

1.2.Este relatório procura definir os itens relacionados abaixo:

a) Cadeias de isoladores e ferragens para suspensão e ancoragem dos condutores.

b) Cadeias de ferragens para suspensão e ancoragem dos cabos para-raios.

c) Acessórios para o condutor: amortecedores, emendas e reparos.

d) Acessórios para os cabos para-raios: amortecedores, emendas, reparos (cabos AAAC), cordoalhas para aterramento e esferas de sinalização.

e) Acessórios para o cabo contrapeso: conectores de emenda e de fixação às cantoneiras de ancoragem, aos mastros, às hastes de aterramento e aos estais.

1.3.As ferragens das LT's 500 kV João Neiva 2 - Viana 2 e LT 345 kV Viana 2 – Viana deverão ser sobregalvanizadas.

2. NORMAS TÉCNICAS

2.1.As principais normas técnicas aplicáveis à matéria prima, projeto, fabricação, ensaios e inspeção dos isoladores e ferragens constam da referência [1].

3. CONDUTOR E CABOS PARA-RAIOS

3.1 São indicadas a seguir as principais características do condutor e cabos para-raios [2]:

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DOS CABOS CONDUTORES

LT	Tipo (Norma)	Bitola (kcmil)	Formação	Seção (mm^2)	Diâmetro (mm)	Peso (kgf/m)	Carga de Ruptura (kgf)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	AAAC 998	998	61 fios	506,04	29,25	1,3925	11147
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2							
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	AAAC 838	838	37 fios	425,16	26,78	1,1710	9473
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2	AAAC 838	838	37 fios	425,16	26,78	1,1710	9473
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	AAAC 838	838	37 fios	425,16	26,78	1,1710	9473
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	AAAC 998	998	61 fios	506,04	29,25	1,3925	11147
Todas as Linhas (Jumper)	AC (AL 1350)	2500	91 fios	1266,8	46,31	3,526	18900

TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS DOS CABOS PARA RAIOS

Tipo (Norma)	Bitola (kcmil)	Formação	Classe Galvan.	Seção (mm^2)	Diâm. (mm)	Peso (kgf/m)	Carga de Ruptura (kgf)
CAA DOTTEREL	176,9 kcmil	12/7	A	141,89	15,42	0,657	7857
Aço zinc. EHS	3/8"	7 fios	-	51,08	9,14	0,407	6985
OPGW (Loose) (referência)	14,9 mm	10 fios aço-alumínio Tubo óptico metálico	-	126,70	14,90	0,552	6159
OPGW (Loose) (referência)	13,4 mm	10 fios aço-alumínio Tubo óptico metálico	-	99,10	13,40	0,593	8871

4. ISOLADORES

4.1. Tipo / Característica

Tabela 3

Característica	**Isoladores Poliméricos 500 kV**		
Carga de Ruptura	160 kN	210 kN	240 kN
Distância de Escoamento mínima	15.500 mm	15.500 mm	15.500 mm
Passo do Isolador	4000 mm	4000 mm	4000 mm
Distância de Arco mínima	3500 mm	3500 mm	3500 mm

Tabela 4

Característica	**Isoladores Poliméricos 345 kV**
Carga de Ruptura	120 kN
Distância de Escoamento	11750 mm
Passo do Isolador	3000 mm
Distância de Arco	2600 mm

4.1.1 O cálculo das cargas mecânicas das ferragens e isoladores para a série de estruturas de cada LT consta no anexo 2.

4.2. Tipo por Cadeia

- LT500 KV LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2 (Serie I5D – 998 kcmil)

NSUSP = 1 x isolador polimérico de 160 kN	ISL5-16 (cadeia de suspensão I simples – Torre Danúbio)
NSUSP = 1 x isolador polimérico de 210 kN	ISP5-21 (cadeia de suspensão I simples – Torre Danúbio)
NSUSP = 1 x isolador polimérico de 160 kN	IJ5-16 (Cadeias de Jumper em I simples – Torre Danúbio)
NANCO = 2 x isolador polimérico de 210 kN	AD5-21 (Cadeia dupla de ancoragem - Torre Danúbio)

- LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2 (Serie I51 – cabo 838 kcmil)

NSUSP = 1 x isolador polimérico de 210 kN	ISCL-21(cadeia de suspensão I fase Lateral – Torre Cross Rope)
NSUSP = 1 x isolador polimérico de 210 kN	ISCC-21(cadeia de suspensão I fase Central – Torre Cross Rope)
NSUSP = 1 x isolador polimérico de 210 kN	ISSL-21 (cadeia de suspensão em I fase Lateral – torre autoportantel)
NSUSP = 2 x isolador polimérico de 210 kN	VSSC-21 (cadeia de suspensão em V fase Central– torre autoportante)
NSUSP = 2 x isolador polimérico de 160 kN	IDSL-16 (cadeia de suspensão dupla em I fase Lateral – torre autoportante pesada)
NSUSP = 2 x 2 x isolador polimérico de 160 kN	VDSC-16 (cadeia de suspensão dupla em V fase Central – torre autoportante pesada)
NSUSP = 1 x isolador polimérico de 160 kN	IJS-16 (Cadeias de Jumper em I 3 x cabo Lupine)
NSUSP = 2 x isolador polimérico de 160 kN	VJS-16 (Cadeias de Jumper em V 3 x cabo Lupine)
NANCO = 4 x isolador polimérico de 160 kN	AQL-160 (cadeia quadrupla de ancoragem fase Lateral e central)

- LT CS 500 kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2 e LT CS 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1 (Série I52 – cabo 838 kcmil)

NSUSP = 1 x isolador polimérico de 210 kN	ISCL-21(cadeia de suspensão I fase Lateral – Torre Cross Rope)
NSUSP = 1 x isolador polimérico de 210 kN	ISCC-21(cadeia de suspensão I fase Central – Torre Cross Rope)
NSUSP = 1 x isolador polimérico de 240 kN	ISSL-24 (cadeia de suspensão em I fase Lateral – torre autoportantel)
NSUSP = 2 x isolador polimérico de 240 kN	VSSC-24 (cadeia de suspensão em V fase Central– torre autoportante)
NSUSP = 2 x isolador polimérico de 210 kN	IDSL-21 (cadeia de suspensão dupla em I fase Lateral – torre autoportante pesada)
NSUSP = 2 x 2 x isolador polimérico de 210 kN	VDSC-21 (cadeia de suspensão dupla em V fase Central – torre autoportante pesada)
NSUSP = 1 x isolador polimérico de 160 kN	IJS-16 (Cadeias de Jumper em I 3 x cabo Lupine)
NSUSP = 2 x isolador polimérico de 160 kN	VJS-16 (Cadeias de Jumper em V 3 x cabo Lupine)
NANCO = 4 x isolador polimérico de 160 kN	AQL-160 (cadeia quadrupla de ancoragem fase Lateral e central)

- LT CS 345 kV Viana 2 – Viana C3 (Série I3SL – cabo 998 kcmil)

NSUSP = 1 x isolador polimérico de 120 kN	IS3-12 (cadeia de suspensão I simples – Torre Cara de Gato)
NSUSP = 2 x isolador polimérico de 120 kN	VS3-12 (cadeia de suspensão V – Torre Cara de Gato)
NSUSP = 1 x isolador polimérico de 120 kN	IJ3-12 (Cadeias de Jumper em I simples – Torre Delta)
NANCO = 2 x isolador polimérico de 120 kN	AD3-12 (Cadeia dupla de ancoragem - Torre Delta)

4.3. Materiais

4.3.1. Núcleo do Isolador

O tarugo central deve ser composto por fibra de vidro impregnada com resina especial, de forma a proporcionar as características elétricas e mecânicas necessárias, com deterioração admitida ao longo do tempo apenas em níveis que não comprometam os valores mínimos garantidos pelo fabricante.

4.3.2. Revestimento

O revestimento do núcleo deve ser de material adequado, permitindo sua vedação contra penetração de umidade. Seu formato deve proporcionar ao isolador a necessária distância de escoamento. O revestimento não pode conter emendas.

4.3.3. Ferragens Terminais

4.3.3.1 Material

Aço forjado ou ferro fundido maleável ou nodular.

4.3.3.2 Acabamento Superficial

Aplica-se o prescrito na NBR 7095/81, item 5.2.

4.4. Ensaios de Tipo

4.4.1. Os isoladores, individualmente, devem ser submetidos aos seguintes ensaios de acordo com as normas técnicas aplicáveis:

a) Carga mecânica máxima de tração;

b) Ensaios nas interfaces e conexões das ferragens;

c) Ensaio de carga x tempo do núcleo;

d) Ensaio no revestimento: trilhamento e erosão (1000 h)

e) Ensaio no material do núcleo;

f) Ensaio de flamabilidade;

g) Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico a seco;

h) Ensaio de tensão suportável de frequência industrial sob chuva;

i) Ensaio de tensão suportável de impulso de manobra sob chuva;

j) Ensaio mecânico de carga;

4.4.2. As cadeias completas de isoladores e ferragens devem ser submetidas aos ensaios de RIV/Corona e Arco de Potência especificados nos itens 6.1 e 6.2 deste relatório.

4.5. Ensaios de Rotina

Todos os isoladores, individualmente, devem ser submetidos aos seguintes ensaios de rotina de acordo com as normas técnicas aplicáveis:

a) Inspeção visual.

b) Ensaio mecânico de rotina.

4.6. Ensaios de Aceitação

4.6.1. Devem ser realizados os ensaios de aceitação relacionados a seguir, por amostragem, de acordo com as normas técnicas aplicáveis.

4.6.2 Ensaios dos Isoladores:

b) Verificação de carga mecânica especificada;

c) Ensaio de zincagem;

d) Verificação do sistema de travamento.

5. FERRAGENS

5.1. Cadeias de Suspensão e Ancoragem dos Cabos

5.1.1 Todos os componentes das cadeias de fixação do condutor e dos cabos para-raios, exceto grampos de suspensão e ancoragem, devem ser fabricados em aço forjado ou, alternativamente, em ferro fundido maleável ou nodular, e zincados por imersão a quente. Todos os componentes das cadeias de isoladores deverão ser produzidos e ensaiados

conforme normas técnicas constantes neste projeto básico. Os componentes e acessórios deverão atender aos limites térmicos de operação das linhas.

5.1.2. As cupilhas das conexões tipo concha-bola e os contrapinos utilizados nos pinos e parafusos devem ser de aço inoxidável AISI 301, 302 ou 304.

5.1.3.Os grampos de suspensão do condutor e do cabo para-raios CAA devem ser constituídos por berço e calha fabricados em liga de alumínio. O grampo de suspensão para o cabo 3/8" EAR poderá ser fabricado em liga de alumínio ou aço forjado.

5.1.4. As cadeias de suspensão dos condutores (exceto cadeias de passagem) e cabos para-raios devem utilizar armaduras de vergalhões pré-formados ou alternativamente, grampos de suspensão tipo AGS (Armor - Grip Suspension) para os cabos condutores. Os vergalhões utilizados sobre os cabos CAA devem ser fabricados em liga de alumínio, com hélice à direita; os utilizados sobre o cabo 3/8" EAR devem ser fabricados em aço zincado a quente, classe A, com hélice à esquerda. Os vergalhões das armaduras utilizadas sobre o condutor devem ter pontas em cunha, de modo a reduzir o efeito corona. As cadeias de passagem não utilizam armaduras pré-formadas.

5.1.5. Os grampos de ancoragem do condutor e cabos para-raios CAA e 3/8" EAR devem ser do tipo à compressão, formados por uma luva interna com olhal, em aço forjado zincado por imersão a quente, e uma luva externa e respectivos batoques em liga de alumínio.

5.1.6 Todas as ferragens com engates tipo concha-bola devem ser compatíveis com o isolador especificado no item 4.1 anterior.

5.1.7. Os componentes das cadeias do condutor situados no lado energizado devem ser projetados de modo a:

a) Reduzir ao mínimo o efeito corona;
b) Suportar, sem perda de suas características elétricas e mecânicas, as temperaturas de longa e curta duração previstas para o condutor [2].

5.1.8. As cadeias de suspensão e ancoragem do condutor devem ser submetidas aos ensaios de RIV/Corona e Arco de Potência descritos nos itens 6.1 e 6.2 deste relatório. Para as cadeias de suspensão, o desempenho especificado deve ser alcançado sem a utilização de anéis

5.1.9. As cadeias de ancoragem devem ser providas de anéis anticorona no lado energizado para permitir uma melhor distribuição do campo elétrico. O formato dos anéis e os detalhes de fixação aos balancins deverão ser compatibilizados com as distâncias fase-terra previstas no projeto das linhas de transmissão e sua fixação aos balancins devem permitir sua colocação e retirada utilizando ferramentas de manutenção em linha viva.

5.1.10 São indicadas a seguir as cargas mínimas de ruptura dos componentes das cadeias de fixação do condutor e dos cabos para-raios CAA e 3/8" EAR:

Componente	**Carga de Ruptura**
✓ Cadeias dos cabos para-raios	120 kN
✓ Cadeias de suspensão	
IS3-12, VS3-12 e IJ3-12	120 kN
ISL5-16, IJ5-16, IDSL-16, VDSC-16, IJS-16 e VJS-16	160 kN
ISP5-21, ISCL-21, ISCC-21, ISSL-21, VSSC-21, IDSL-21 e VDSC-21	210 kN
ISSL-24 e VSSC-24	240 KN
✓ Cadeias de ancoragem dupla AD5-21,	

Componente	Carga de Ruptura
peças em linha com uma penca de isoladores	210 kN
peças suportando as duas pencas de isoladores ou os quatro subcondutores	420 kN
Cadeias de ancoragem quadrupla AQL-160	
Peças em linha com uma penca de isoladores	160 kN
Peças suportando as quatro pencas de isoladores	640 kN
Cadeias de ancoragem dupla AD3-12	
Peças em linha com uma penca de isoladores	120 kN
Peças suportando as duas pencas de isoladores ou os dois subcondutores	240 kN
✓ Grampos de ancoragem do condutor e cabos para-raios	A carga de ruptura e/ou de escorregamento deve ser, no mínimo, 95% da carga de ruptura do cabo ao qual se destinam.
✓ Grampos de suspensão do condutor e cabos para-raios	A carga de ruptura deve ser, no mínimo, 60% da carga de ruptura do cabo ao qual se destinam.

5.1.11. Os grampos de suspensão, com os parafusos de fixação da calha apertados com o torque recomendado pelo fabricante, devem ter uma resistência ao escorregamento igual a, no mínimo, 25% da carga de ruptura do cabo ao qual se destinam.

5.1.12. Os grampos de suspensão do condutor devem ser projetados de modo que o ângulo de saída dos cabos condutores e cabos para-raios em ambos os lados, seja de 15° para as suspensões, 20° para as ancoragens.

5.1.13. As características dimensionais básicas das cadeias de suspensão e ancoragem do condutor e cabos para-raios são apresentadas nos desenhos constantes do Anexo 1.

5.2. Emendas dos Cabos

5.2.1. As emendas poderão ser do tipo a compressão formadas por duas luvas concêntricas, sendo a interna de aço zincado por imersão a quente e a externa e respectivos batoques em liga de alumínio.

5.2.2. Alternativamente, poderão ser utilizadas emendas constituídas por varetas pré-formadas externas e de enchimento (caso necessário) em liga de alumínio, com hélice à direita (cabos CAA) e varetas pré-formadas em aço zincado a quente, com hélice à esquerda (alma de aço dos cabos CAA e cabo 3/8" EAR).

5.2.3. As emendas devem ter uma resistência, tanto a ruptura como ao escorregamento, igual a, no mínimo, 95% da carga de ruptura do cabo ao qual se destinam.

5.3. Espaçadores Amortecedores

5.3.1 A LT CD 500 kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2 e LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2 utiliza espaçadores amortecedores com feixes quadruplo, a LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2, LT CS 500kV Capelinha 3 – Govenador Valadares 6, C1 e C2 e LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1 utiliza espaçadores amortecedores com feixes Elípticos e a LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3 utiliza espaçadores amortecedores com feixes duplos. Os espaçadores amortecedores devem ser instalados no ponto médio dos vão superiores a 300 m ou a cada terço do vão, em vãos superiores a 700 m.

5.3.2. Os espaçadores amortecedores devem permitir sua instalação ou retirada utilizando ferramentas de manutenção em linha viva, sem a completa separação de seus componentes. Deve ser possível retirar e reinstalar os grampos sem danificar os parafusos de fixação ou os condutores.

5.3.3 O sistema de grampeamento deve ser projetado de forma a garantir que a tampa não deslize quando for apertada e que o torque dado na instalação será mantido ao longo de toda a vida útil da LT, mesmo após a deformação plástica do condutor decorrente de ciclos térmicos, envelhecimento, etc. Com esse objetivo o sistema de grampeamento deve incluir um mecanismo de armazenamento de energia que compense a deformação plástica dos fios de alumínio.

5.4. Amortecedores de Vibração

5.4.1. Serão utilizados amortecedores de vibração tipo Stockbridge nos cabos condutores e para-raios CAA e Aço Zincado. Alternativamente, poderão ser utilizados amortecedores tipo SVD (spiral vibration damper) nos cabos para-raios CAA e de aço zincado 3/8” EAR.

5.4.2. Os amortecedores devem ser capazes de amortecer efetivamente as vibrações eólicas sem o auxílio de outros acessórios. Essa capacidade de amortecimento deve ser comprovada através dos ensaios de tipo relacionados no item 6.7 deste relatório.

5.4.3. Os grampos de fixação do amortecedor nos condutores CAL liga 1120 e cabo para-raios CAA devem ser de liga de alumínio. Os amortecedores destinados ao cabo 3/8” EAR poderão utilizar grampos de aço zincado a quente.

5.4.4. Cada peso do amortecedor deve possuir um orifício de drenagem posicionado na parte inferior do mesmo, quando instalado. O cabo mensageiro deve ser do tipo EAR, zincado a quente, classe A, com limite de fadiga não inferior a 15 kgf/mm^2.

5.5. Esferas de Sinalização

5.5.1. As esferas devem ter 60 cm de diâmetro, espessura não inferior a 2,5 mm e atender os requisitos da norma NBR 15237, tanto no que se refere aos materiais utilizados como ao detalhamento do projeto. Devem ser fabricadas na cor laranja internacional (Munsell 2.5YR6).

5.5.2. As esferas devem ser projetadas para instalação nos cabos para-raios de tal forma que não se movimentem ao longo do cabo durante a vida útil de cada LT.

5.6. Reparos

5.6.1. Os reparos utilizados no condutor e no cabo para-raios CAA devem ser constituídos por varetas pré-formadas em liga de alumínio, com hélice à direita.

5.6.2 O conjunto de varetas aplicáveis ao condutor deve ser projetado com as pontas chanfradas, de modo a reduzir o efeito corona.

5.7. Cordoalhas de Aterramento

5.7.1. Os cabos para-raios devem ser aterrados em todas as estruturas utilizando cordoalha de cobre estanhado fixada aos grampos de suspensão ou ancoragem dos cabos e à estrutura.

5.7.2 O comprimento da cordoalha e as dimensões de seus terminais serão definidos em função

da configuração definitiva dos conjuntos de suspensão e ancoragem dos cabos para-raios.

5.8. Conectores de Aterramento

5.8.1. As LTs utilizarão como contrapeso o cabo de aço zincado 3/8" SM [4].

5.8.2. Devem ser utilizados conectores de aço zincado por imersão a quente para fixar o cabo contrapeso à cantoneira de ancoragem das estruturas, aos montantes dos mastros, aos estais e às hastes de aterramento. Para emendar o cabo contrapeso, devem ser utilizados grampos paralelos de aço zincado por imersão a quente [4].

6. ENSAIOS DE TIPO PARA FERRAGENS

6.1. Ensaio de RIV e Corona

6.1.1. As cadeias de suspensão e ancoragem do condutor devem ser submetidas a ensaios de RIV e Corona conforme indicado a seguir. Devem também ser submetidos a esses ensaios os amortecedores, as emendas e os reparos pré-formados do condutor.

6.1.2. As cadeias devem ser montadas no laboratório em estruturas que reproduzam a configuração das torres utilizadas nas linhas de transmissão, de modo a simular as condições reais de operação e os correspondentes gradientes elétricos no condutor.

6.1.3. As cadeias de suspensão e ancoragem, os amortecedores, as emendas e os reparos pré-formados não deverão apresentar corona visível quando submetidos a uma tensão fase-terra de 335 kV para linhas de 500 kV e 220 kV para a linha de 345 kV, 60 Hz, valor eficaz.

6.1.4. Para as cadeias de suspensão e ancoragem do condutor, as tensões de RIV, medidas em conformidade com a norma NEMA 107, deverão ser inferiores a 500 μV, estando as cadeias submetidas à tensão fase-terra de 320 kV para linhas de 500 kV e 220 kV para a linha de 345 kV, 60 Hz, valor eficaz.

6.1.5. Para os amortecedores, as emendas e os reparos pré-formados do condutor, ensaiados nas mesmas condições indicadas no item 6.1.4 acima, as tensões de RIV devem ser inferiores a 200 μV.

6.2. Ensaio de Arco de Potência

6.2.1. Devem ser realizados ensaios de arco de potência em protótipos dos conjuntos de suspensão e ancoragem aplicáveis ao condutor.

6.2.2 O arranjo do laboratório e dos conjuntos sendo ensaiados deve reproduzir as condições de utilização das cadeias nas LTs, principalmente no que se refere às distâncias entre partes vivas e aterradas e ao circuito de retorno da corrente.

6.2.3. As cadeias a serem ensaiadas deverão utilizar isoladores e ferragens idênticos aos adquiridos para as linhas de transmissão. Qualquer folga nas cadeias deverá ser removida com auxílio de pesos adicionais ou outro método adequado. Todas as cupilhas deverão estar instaladas corretamente

6.2.4 Um protótipo de cada conjunto deverá ser submetido a três correntes de arco de valor eficaz de 50 kA, alimentação desbalanceada e duração de, respectivamente, 0,10s, 0,10s e 0,30s com retorno de corrente assimétrico para as cadeias com configuração "I" e cadeias de ancoragem.

6.2.5. Um segundo protótipo de cada conjunto deve ser submetido a três correntes de arco com valor de 10 kA, valor eficaz, com duração de, respectivamente, 0,20 s, 0,20 s e 0,50 s.

6.2.6. Os conjuntos de suspensão e ancoragem do condutor serão considerados aprovados se, após os ensaios:

a) Não ocorrer a separação de nenhum componente ou isolador das cadeias;

b) As cargas de ruptura dos componentes afetados pelos arcos forem superiores a 80% do

valor mínimo garantido pelo Fornecedor.

6.3. Ensaio de Ciclo Térmico

6.3.1. Devem ser submetidos a ensaios de ciclo térmico, conforme estabelecido na norma NEMA C119.4, os grampos de ancoragem à compressão e terminais de passagem e os conjuntos de emenda dos condutores.

6.4. Ensaio de Carga de Escorregamento

6.4.1. Os grampos de suspensão devem ser submetidos a ensaios que permitam relacionar a carga de escorregamento com o torque aplicado aos parafusos de fixação da calha.

6.5. Ensaio de Resistência a Ruptura

6.5.1 Todos os componentes das cadeias de suspensão e ancoragem do condutor e dos cabos para-raios e as emendas do condutor e dos cabos para-raios devem ser submetidos a ensaios de ruptura, de modo a comprovar seu atendimento às cargas de projeto.

6.5.2. As cargas devem ser aplicadas aos componentes de modo a reproduzir as condições de operação, quando instalados nas linhas de transmissão.

6.6. Ensaios dos Espaçadores-Amortecedores

6.6.1. Os ensaios descritos no item 5.3.10 deste relatório devem ser realizados em protótipos dos espaçadores a serem utilizados na LT. Opcionalmente a CONTRATANTE poderá realizar ensaio de campo para medição de vibrações eólicas em vãos previamente escolhidos, suscetíveis à ocorrência de vibrações eólicas. O número de vãos e a duração das medições deverão ser previamente acordados com o fornecedor. Para fins de comparação com as medições de campo, deverá ser feito um estudo analítico, para avaliar o desempenho do sistema de amortecimento específico de cada um dos vãos com as suas reais características.

6.7. Ensaios dos Amortecedores de Vibração

6.7.1 Protótipos dos amortecedores a serem utilizados no condutor e nos cabos para-raios devem ser submetidos aos seguintes ensaios, conforme especificado nas normas técnicas aplicáveis:

a) Exame visual.
b) Verificação dimensional.
c) Escorregamento do grampo.
d) Aperto do parafuso de fixação do grampo no cabo.
e) Fixação dos pesos no cabo mensageiro.
f) Fixação do grampo no cabo mensageiro.
g) Capacidade de amortecimento.
h) Resistência à fadiga.

7. ENSAIOS DE ROTINA PARA FERRAGENS

7.1. Peças Forjadas

a) Matéria prima	Exame visual e ensaios mecânicos e químicos.
b) Após forjadas	Exame visual e dimensional, ensaios metalográficos.
c) Após tratamento térmico	Ensaios mecânicos e metalográficos.
d) Após zincagem	Espessura, acabamento e aderência da camada de zinco.
e) Peças acabadas	Exame visual e dimensional, ensaios mecânicos, compatibilidade com outras peças.

7.2. Peças Fundidas

a) Matéria prima	Exame visual e análise química.
b) Após fundidas	Exame visual e dimensional.
c) Após tratamento térmico	Ensaios mecânicos e metalográficos.
d) Após zincagem	Espessura, acabamento e aderência da camada de zinco.
e) Peças acabadas	Exame visual e dimensional, ensaios mecânicos, compatibilidade com outras peças.

7.3. Chapas Trabalhadas

a) Matéria prima	Exame visual e dimensional, ensaios mecânicos e análise química.
b) Após operações de corte, furação e dobramento	Exame visual e dimensional.
c) Após tratamento térmico e soldagem (se aplicável)	Exame visual e dimensional, exame das soldas.
d) Após zincagem	Espessura, acabamento e aderência da camada de zinco.
e) Peças acabadas	Exame visual e dimensional, ensaios mecânicos, compatibilidade com outras peças.

7.4. Partes Não Metálicas

a) Matéria prima	Análise química.
b) Durante a fabricação	Propriedades elétricas e mecânicas.
c) Peças acabadas	Exame visual e dimensional, compatibilidade com outras peças.

7.5. Inspeção por Partículas Magnéticas

7.5.1 Antes da zincagem, amostras das peças fundidas ou forjadas de material ferroso deverão ser submetidas à inspeção magnética, de acordo com a norma ASTM E709, utilizando magnetização circular e longitudinal pelo método contínuo.

7.5.2 Todas as seções de uma peça deverão ser inspecionadas, inclusive parafusos e pinos. Devem ser utilizadas partículas magnéticas fluorescentes como meio de inspeção.

7.6. Inspeção Radiográfica

7.6.1 O ensaio deve ser efetuado em amostras dos grampos de suspensão fabricados em liga de alumínio, para exame das condições internas dos mesmos.

8. ENSAIOS DE ACEITAÇÃO PARA FERRAGENS

8.1 Zincagem

8.1.1. Deverão ser retiradas amostras de todos os lotes para verificar a conformidade da zincagem com os requisitos das normas ASTM A123, A153, A411 ou A475, onde aplicável, no que se refere a:

a) Espessura (peso) da camada de zinco;

b) Acabamento e aderência da camada de zinco.

c) Se no ensaio da letra (a) deste item e na inspeção visual for verificada a possibilidade de não uniformidade da camada de zinco, o ensaio de verificação da uniformidade (ensaio "Preece") deverá ser realizado, conforme NBR 7400.

8.2 Resistência Mecânica à Ruptura

8.2.1 Os ensaios devem ser efetuados em amostras de todas as ferragens acabadas, inclusive grampos de suspensão, grampos de ancoragem, luvas de emenda e respectivas ferragens para engate das cadeias, ferragens para fixação dos estais, hastes de âncora e acessórios..

8.2.2 O ensaio deve ser iniciado submetendo-se as amostras a 60% de sua carga mínima de ruptura ou escorregamento garantida, durante um minuto.

8.2.3. Após esse período as amostras deverão ser descarregadas e inspecionadas não devendo apresentar trincas, fissuras ou qualquer outro defeito visível a olho nu. Deverá ser possível desmontar as peças manualmente sendo tolerado o uso de pequenas ferramentas de mão para remover contrapinos e porcas. O descarregamento não será necessário no caso dos grampos de ancoragem e luvas de emenda a compressão.

8.2.4 Em seguida a carga de ensaio deverá ser elevada gradualmente até a carga mínima de ruptura ou escorregamento garantida, a qual deverá ser mantida por um minuto sem que ocorra ruptura ou escorregamento da peça sendo ensaiada.

8.2.5. Finalmente as amostras deverão ser carregadas até a ruptura e, após a desmontagem, inspecionadas de modo a verificar a ocorrência de falhas de fabricação não visíveis antes dos ensaios. Os valores em que ocorrer a ruptura ou escorregamento deverão ser registrados nos respectivos relatórios de ensaio.

8.2.6. As amostras terão falhado no ensaio quando:

a) qualquer peça não atender os requisitos especificados após ter sido submetida a 60% da carga mínima de ruptura ou escorregamento garantida;

b) qualquer peça falhar a um valor inferior a carga mínima de ruptura ou escorregamento garantida;

c) qualquer peça apresentar defeito de fabricação após a ruptura.

8.3 Cupilhas de Engates Concha-Bola

8.3.1. As cupilhas deverão ser submetidas aos ensaios em conformidade com os procedimentos, planos de amostragem e critérios de aceitação e rejeição estabelecidos nas normas IEC 60372 e IEC 60383-1. Deverão ser realizados os seguintes ensaios:

a) Exame visual;

b) Verificação dimensional;

c) Resistência ao dobramento;

d) Dureza;

e) Operação.

8.4 Espaçadores

8.4.1. Os espaçadores devem ser submetidos aos seguintes ensaios, conforme especificado na publicação IEC 61854:

a) Exame visual;

b) Verificação dimensional;

c) Zincagem;

d) Escorregamento do grampo;

e) Aperto dos parafusos de fixação dos grampos nos cabos e aperto dos parafusos no corpo e os de fixação do elastômero de amortecimento (para espaçadores-amortecedores).

8.5 Amortecedores de Vibração

8.5.1. Os amortecedores tipo Stockbridge ou SVD (para o cabo 3/8" EAR) deverão ser submetidos aos seguintes ensaios conforme especificado na norma IEC 61897:

a) Exame visual;

b) Verificação dimensional;

c) Zincagem (quando aplicável);

d) Escorregamento do grampo;

e) Aperto do parafuso de fixação do grampo no cabo (tipo Stockbridge);

f) Fixação dos pesos no cabo mensageiro (tipo Stockbridge);

g) Fixação do grampo no cabo mensageiro (tipo Stockbridge).

8.5.2 A CONTRATANTE exigirá ensaios de desempenho dos amortecedores e/ou dos espaçadores-amortecedores a serem conduzidos no campo em vãos selecionados das LTs. Os procedimentos aplicáveis aos ensaios de campo deverão ser acordados entre a CONTRATANTE e o Fornecedor.

8.6 Esferas de Sinalização

8.6.1. As esferas de sinalização deverão ser submetidas aos seguintes ensaios:

a) Exame visual;

b) Verificação dimensional;

c) Zincagem dos conectores de material ferroso, conforme item 8.5.2 anterior;

d) Resistência ao impacto, conforme norma ASTM D256;

e) Escorregamento, conforme item 5.2.1 da norma NBR 15237;

f) Torque nos parafusos, conforme item 5.2.3 da norma NBR 15237;

g) Aderência da pintura, conforme norma ASTM D3359 (mínimo – 4A/4B).

8.7 Acabamento, Encaixe e Dimensões

8.7.1 Amostras de todos os tipos de ferragens e seus componentes deverão ser inspecionadas de modo a comprovar o atendimento aos requisitos destas Especificações no que se refere a dimensões, tolerâncias, alinhamento, montagem, acabamento e qualidade da superfície.

8.7.2. No caso de parafusos, a inspeção inclui a verificação de colocação e retirada da porca manualmente, sem o uso de ferramentas.

8.7.3. As peças a serem fornecidas devem ter um acabamento compatível com aquele dos protótipos aprovados nos ensaios de tipo e marcados pelo Inspetor como padrões de acabamento.

9. REFERÊNCIAS

1 Relatório LT-L-GERAL-ES-A4-1002-B_NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS, preparado para as LT's 345/500 kV do LOTE 3 LEILÃO 01/2022.

2 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0004 _CONDUTOR E PARA-RAIOS preparado para as LT's 345/500 kV do LOTE 3 LEILÃO 01/2022.

3 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0005 _COORDENAÇÃO DO ISOLAMENTO, preparado para as LT's 345/500 kV do LOTE 3 LEILÃO 01/2022.

4 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0011 _SISTEMA DE ATERRAMENTO, preparado para as LT's 345/500 kV do LOTE 3 LEILÃO 01/2022.

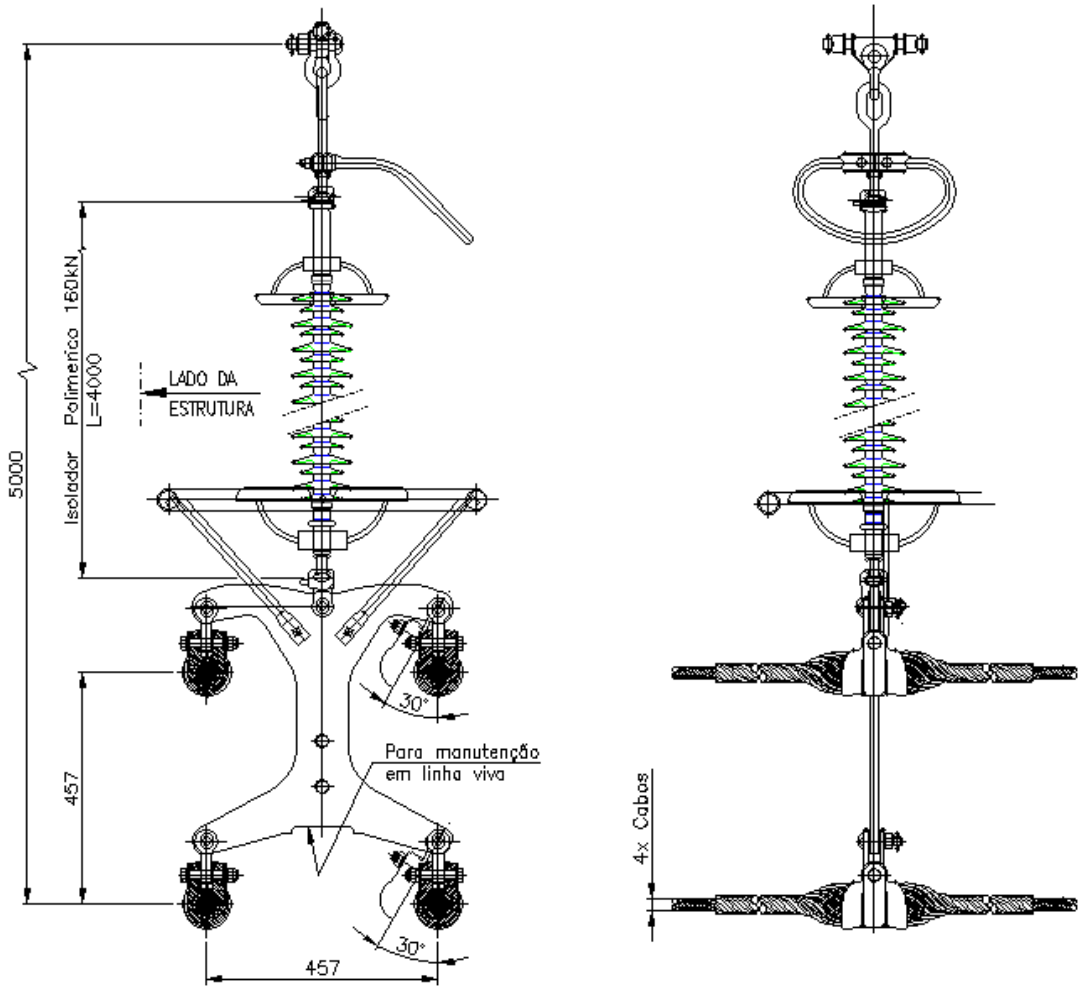
ANEXO 1 – DESENHOS DAS CADEIAS

Notas Gerais Aplicáveis a Todos os Desenhos

1 Para características do condutor e cabos para-raios, referir-se ao item 3 deste relatório.

2 Para características dos isoladores utilizados nas cadeias de suspensão e ancoragem do condutor, referir-se ao item 4 deste relatório.

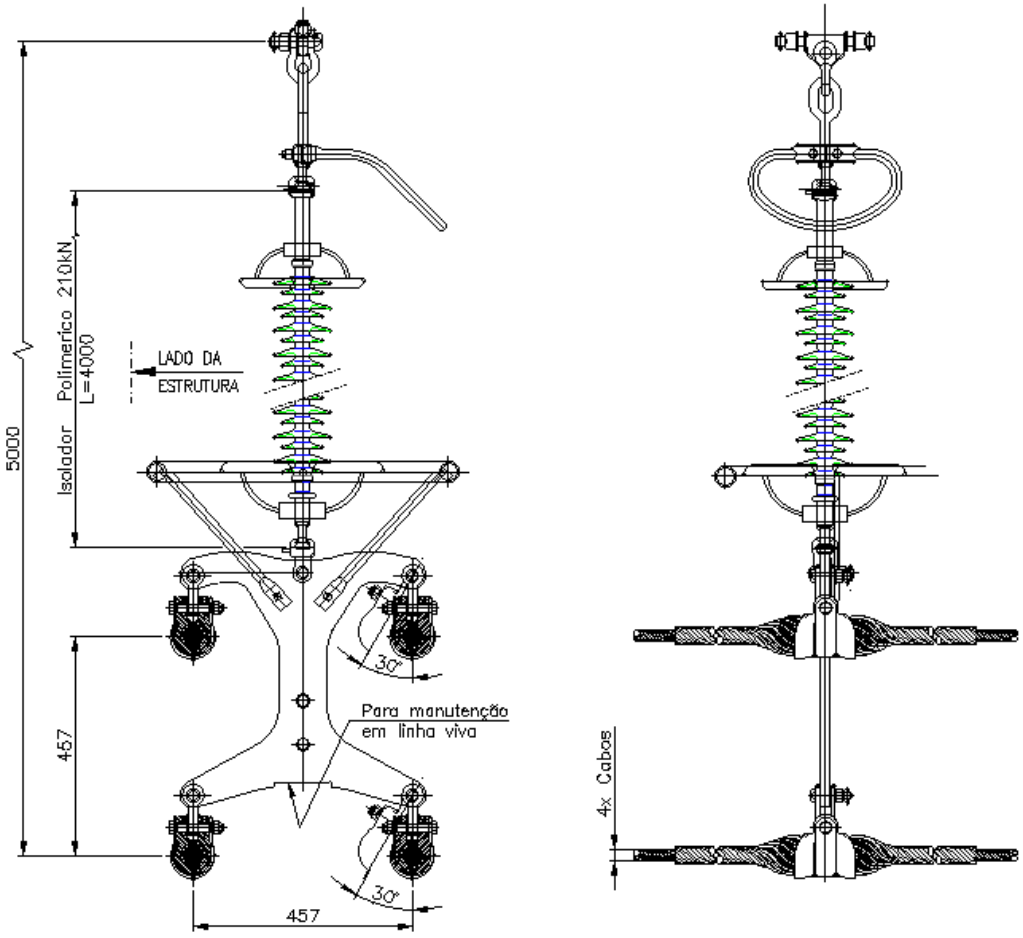
3 Todas as dimensões estão em milímetro.



CADEIAS DE SUSPENSÃO EM "I - TORRE DANÚBIO

PARA CONDUTOR 998 kcmil

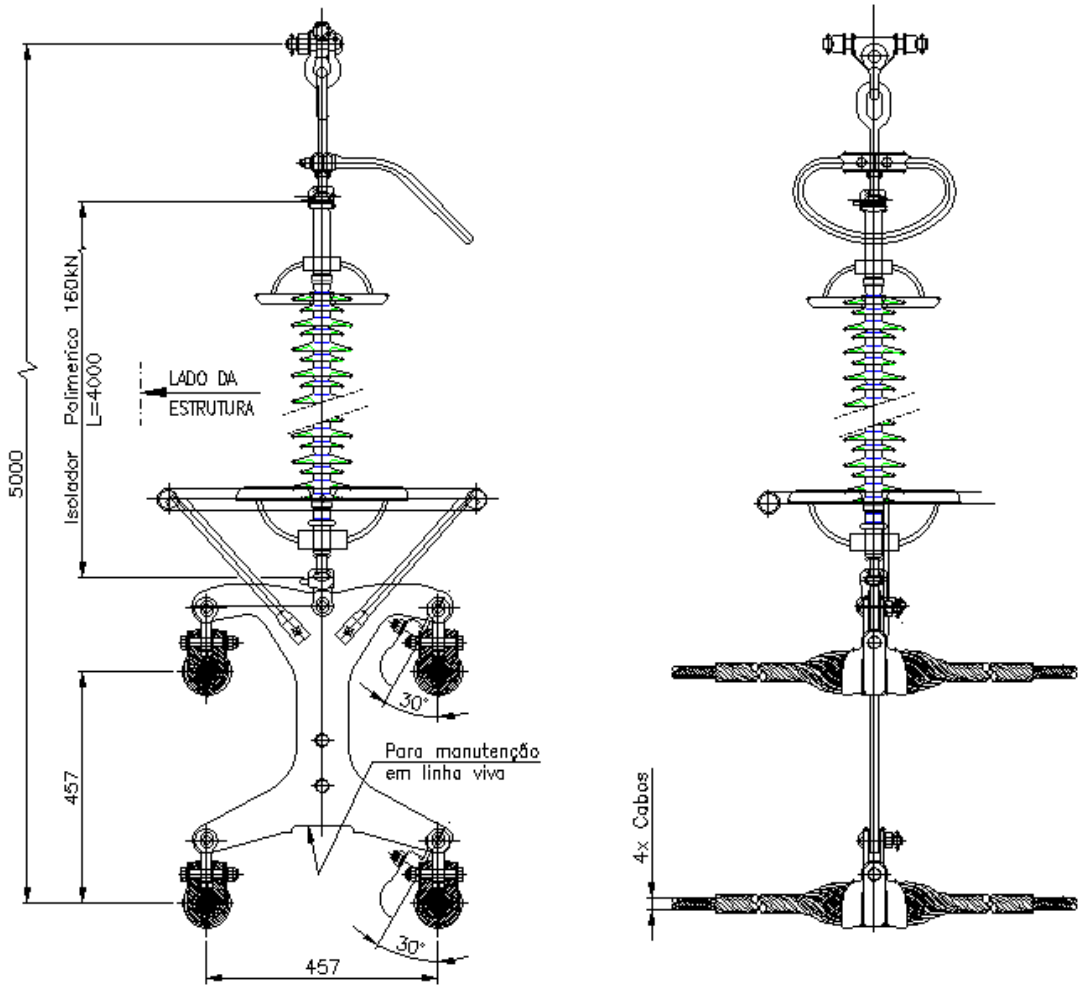
(ISL5-16) – Isolador Polimérico 500 kV – 160 kN



CADEIAS DE SUSPENSÃO EM "I - TORRE DANÚBIO

PARA CONDUTOR 998 kcmil

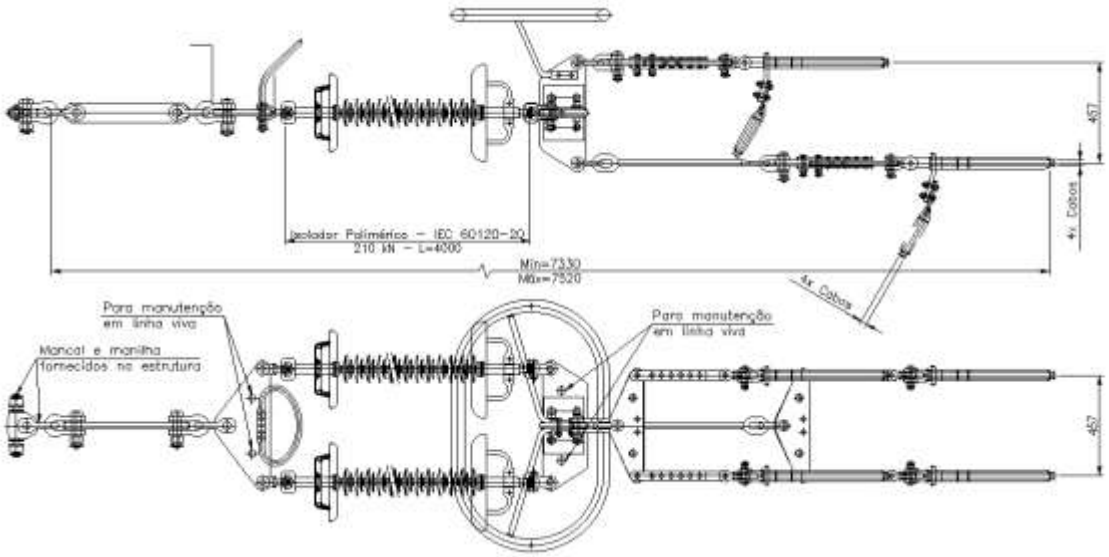
(ISL5-21) – Isolador Polimérico 500 kV – 210 kN



CADEIAS DE JUMPER EM "I - TORRE DANÚBIO

PARA CONDUTOR 998 kcmil

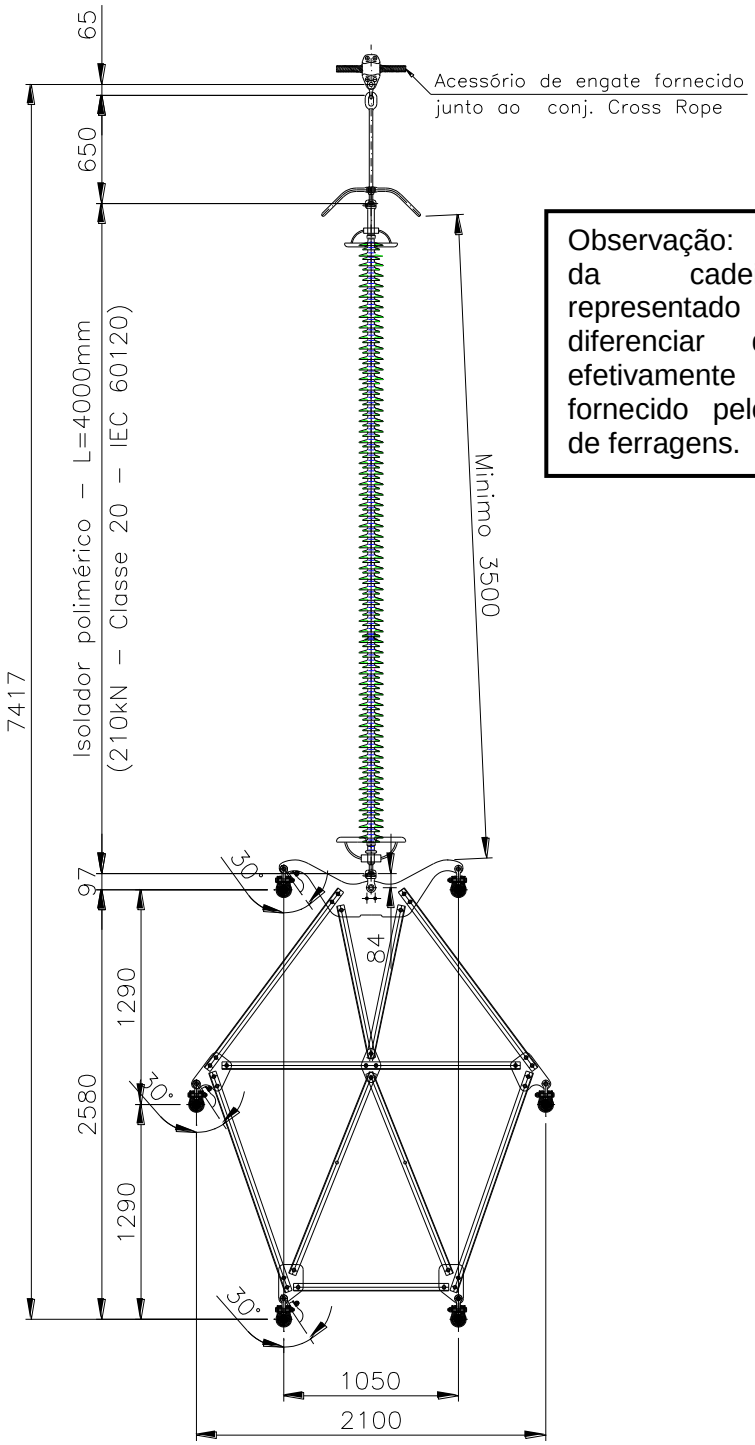
(IJL5-16) – Isolador Polimérico 500 kV – 160 kN



CADEIA DE ANCORAGEM DUPLA – TORRE DANUBIO

CONDUTOR 998 kcmil

(AD5-210) – Isolador Polimérico 500 kV – 2 x 210 kN



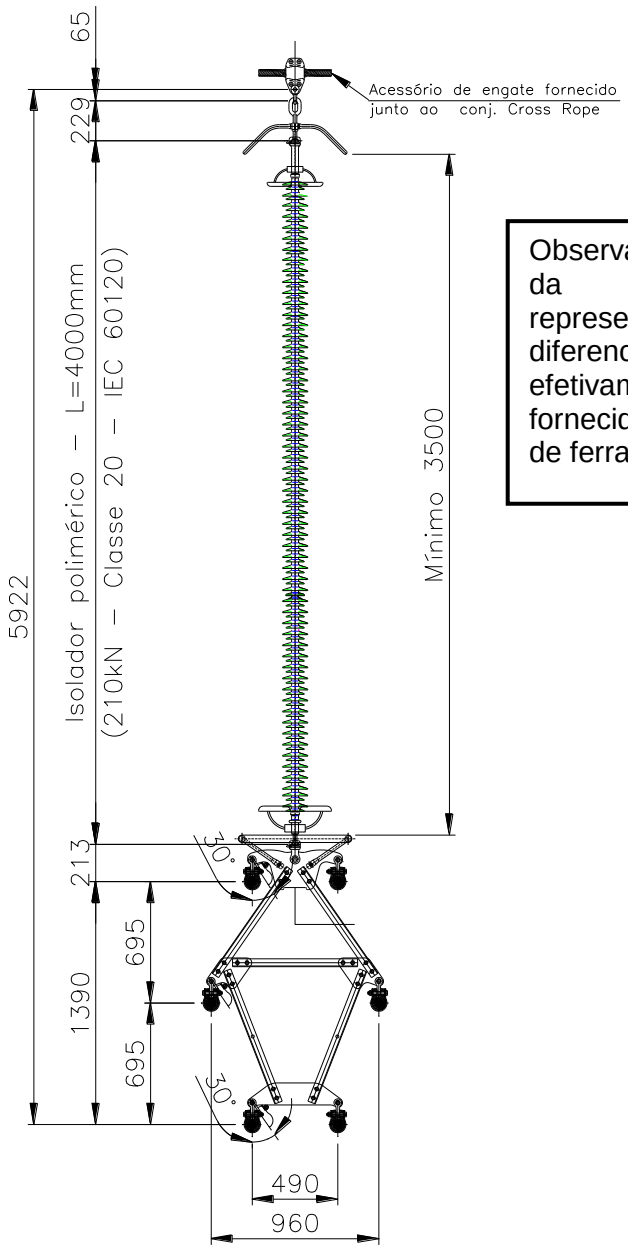
CSSI – FEIXE LATERAL

Observação: O desenho da cadeia aqui representado poderá se diferenciar do projeto efetivamente a ser fornecido pelo fabricante de ferragens.

CADEIAS DE SUSPENSÃO EM "I" <u>FASE LATERAL</u> – TORRE CROSS ROPE

PARA CONDUTOR 838 kcmil

(ISCL-21) – Isolador Polimérico 500 kV – 210 kN

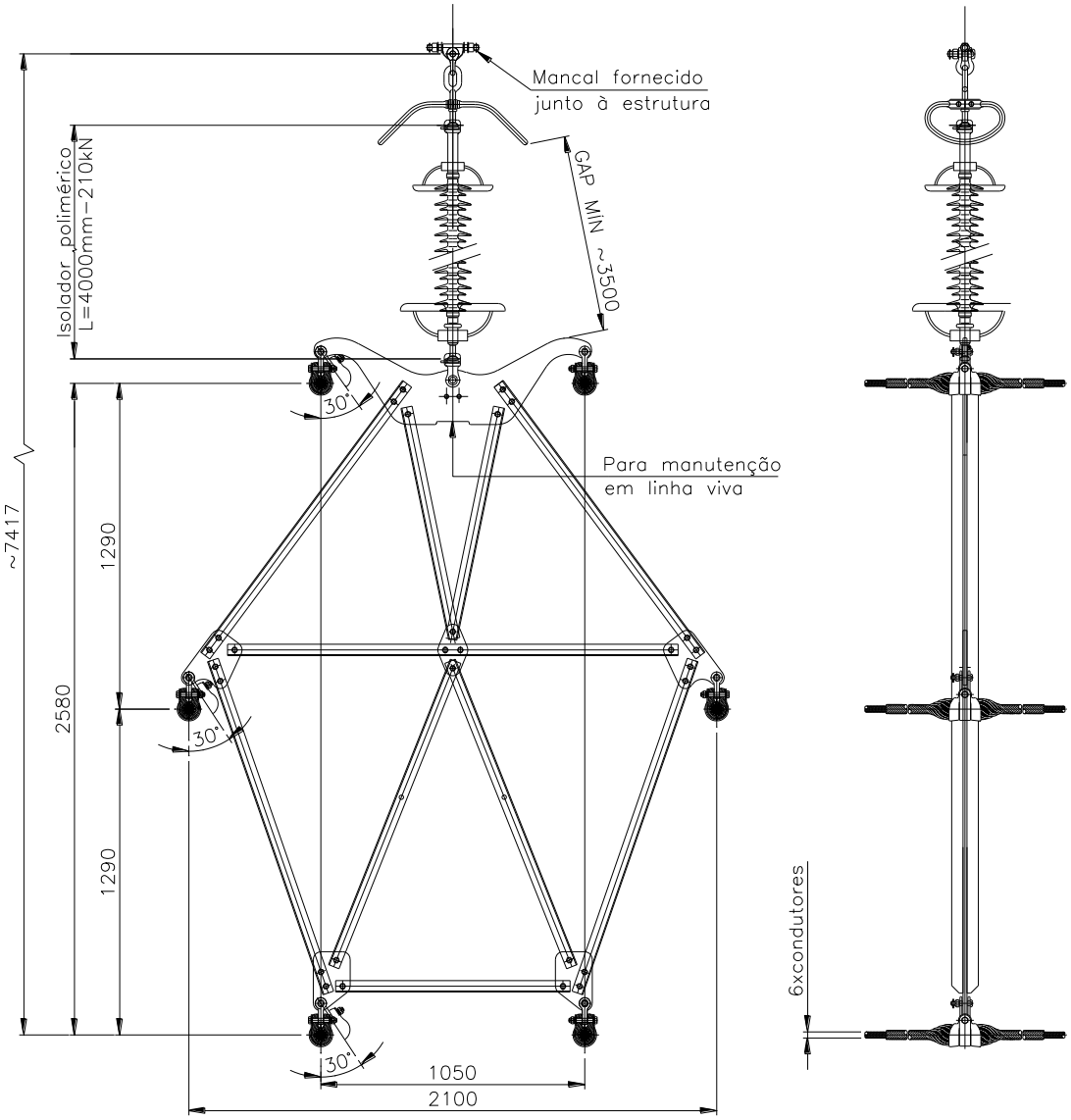


Observação: O desenho da cadeia aqui representado poderá se diferenciar do projeto efetivamente a ser fornecido pelo fabricante de ferragens.

CADEIAS DE SUSPENSÃO EM "I" <u>FASE CENTRAL</u> – TORRE CROSS ROPE

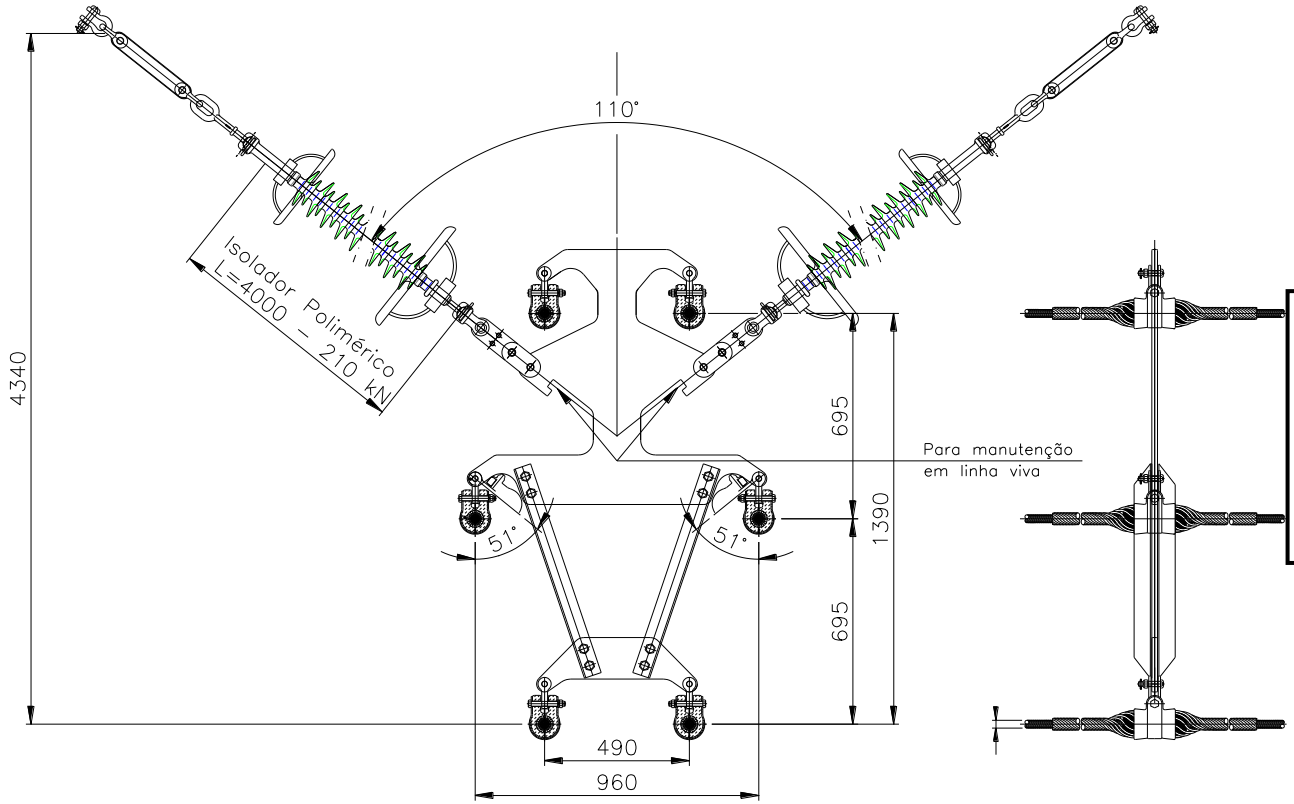
PARA CONDUTOR 838 kcmil

(ISCC-21) – Isolador Polimérico 500 kV – 210 kN



CADEIAS DE SUSPENSÃO EM "I" FASE LATERAL - TORRE AUTOPORTANTE
PARA CONDUTOR 838 kcmil
(ISSL-21) – Isolador Polimérico 500 kV – 210 kN

Observação: O desenho da cadeia aqui representado poderá se diferenciar do projeto efetivamente a ser fornecido pelo fabricante de ferragens.

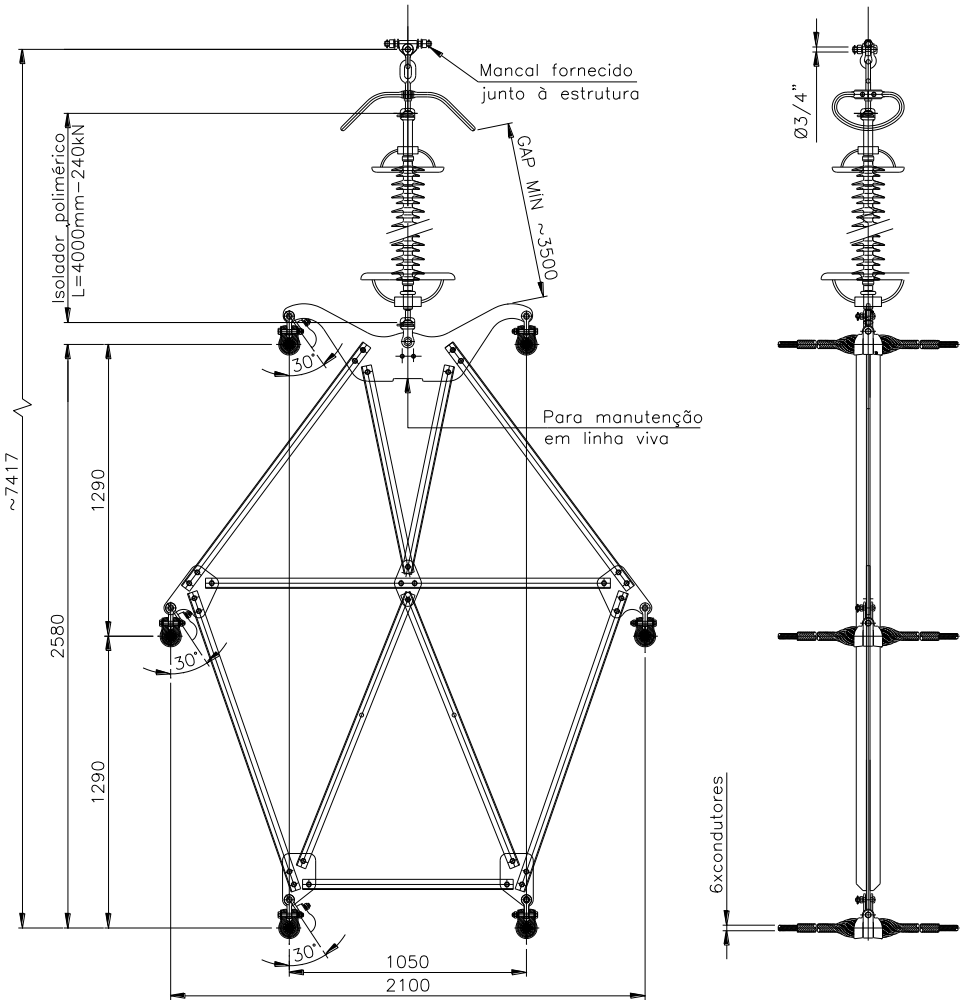


Observação: O desenho da cadeia aqui representado poderá se diferenciar do projeto efetivamente a ser fornecido pelo fabricante de ferragens.

CADEIAS DE SUSPENSÃO EM "V" <u>FASE CENTRAL</u> - TORRE AUTOPORTANTE

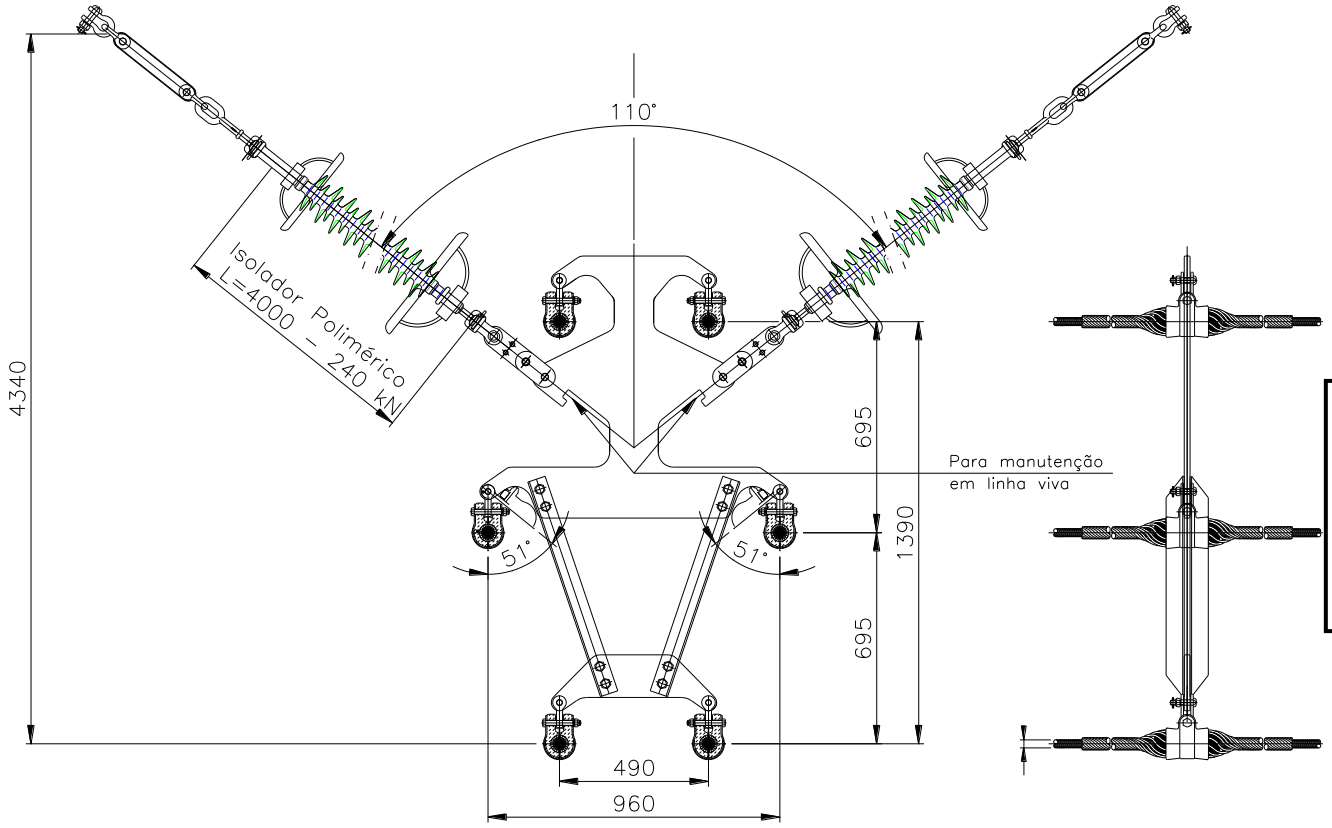
PARA CONDUTOR 838 kcmil

(VSSC-21) – Isolador Polimérico 500 kV – 210 kN



Observação: O desenho da cadeia aqui representado poderá se diferenciar do projeto efetivamente a ser fornecido pelo fabricante de ferragens.

CADEIAS DE SUSPENSÃO EM "I" <u>FASE LATERAL</u> – TORRE AUTOPORTANTE
PARA CONDUTOR 838 kcmil
(ISSL-24) – Isolador Polimérico 500 kV – 240 kN

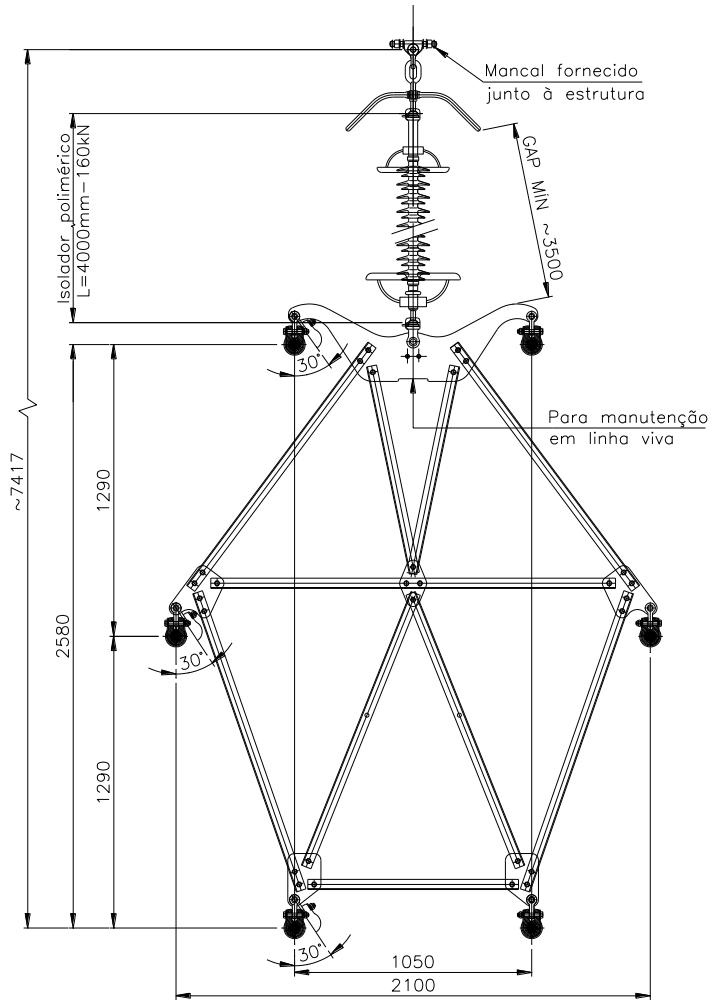


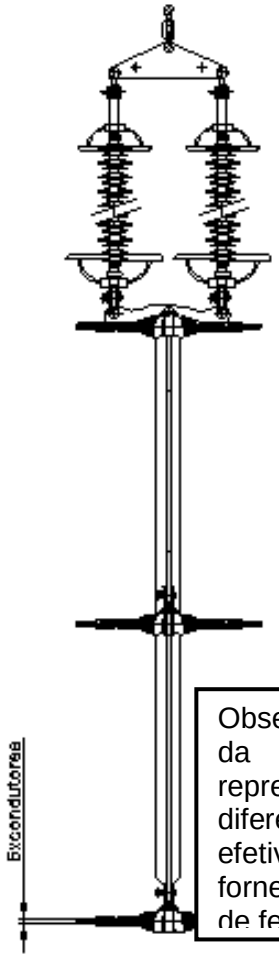
Observação: O desenho da cadeia aqui representado poderá se diferenciar do projeto efetivamente a ser fornecido pelo fabricante de ferragens.

CADEIAS DE SUSPENSÃO EM "V" <u>FASE CENTRAL</u> – TORRE AUTOPORTANTE

PARA CONDUTOR 838 kcmil

(VSSC-24) – Isolador Polimérico 500 kV – 240 kN



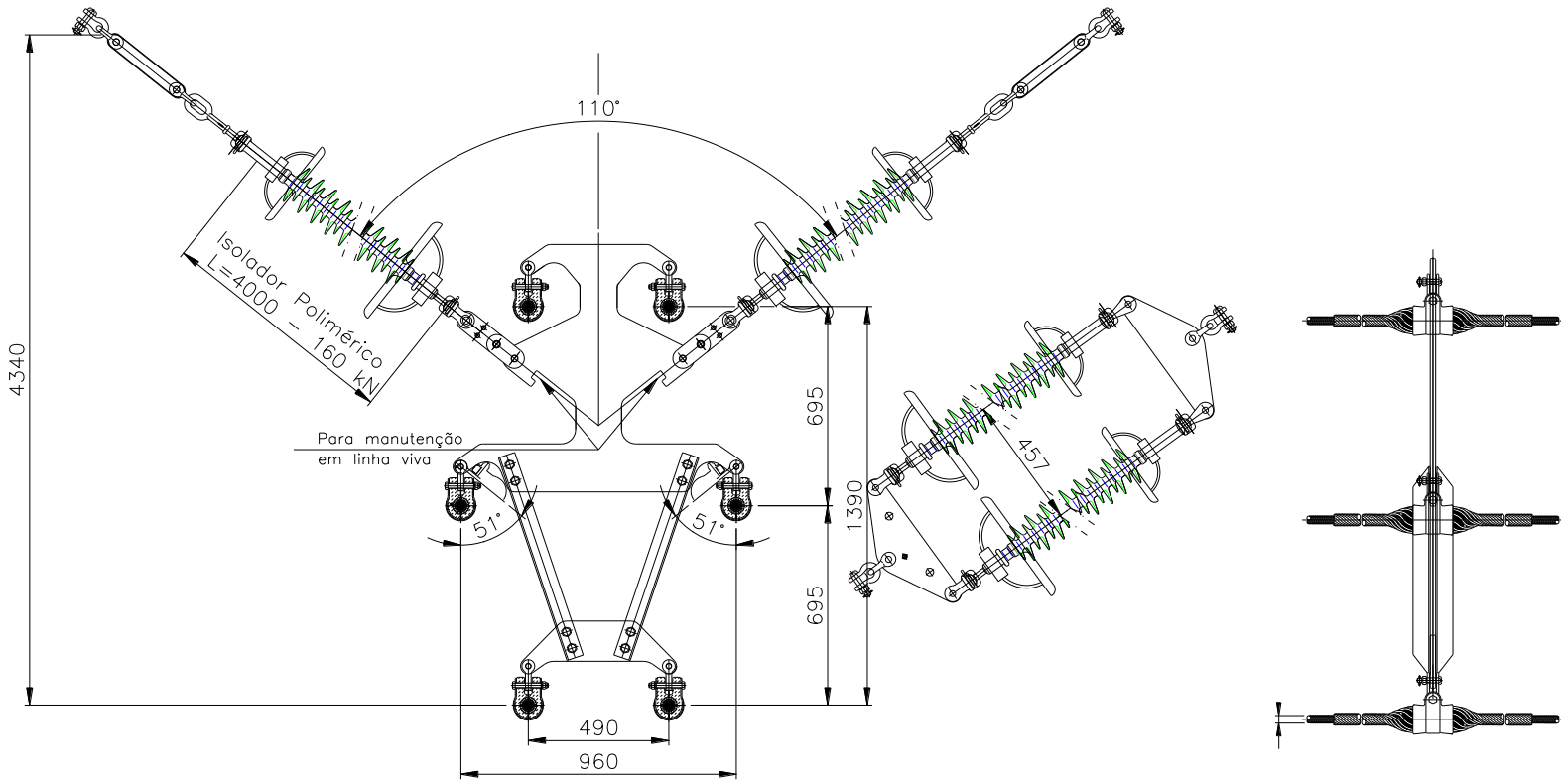


Observação: O desenho da cadeia aqui representado poderá se diferenciar do projeto efetivamente a ser fornecido pelo fabricante de ferragens.

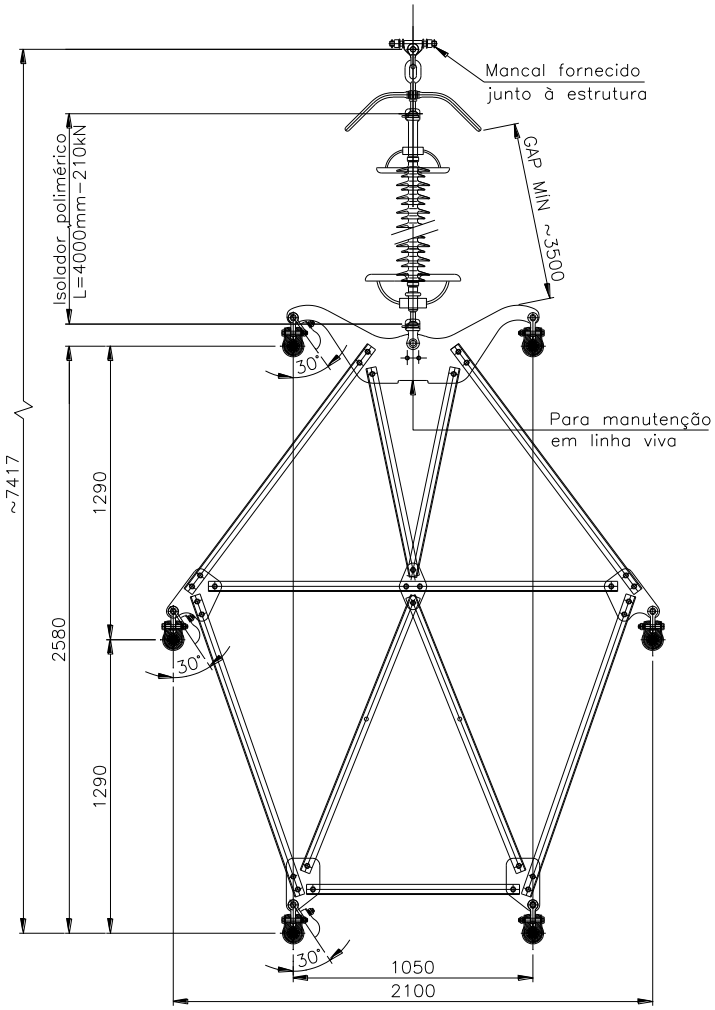
CADEIAS DE SUSPENSÃO DUPLA EM "I" FASE LATERAL - TORRE AUTOPORTANTE PESADA

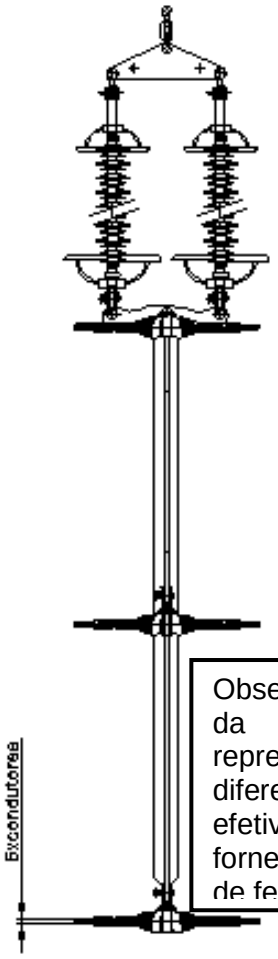
PARA CONDUTOR 838 kcmil

(IDSL-16) – Isolador Polimérico 500 kV – 160 kN



CADEIAS DE SUSPENSÃO DUPLA EM "V" FASE CENTRAL - TORRE AUTOPORTANTE PESADA
CONDUTOR 838 kcmil
(VDSC-16) – Isolador Polimérico 500 kV – 2 x 2 x 160 kN



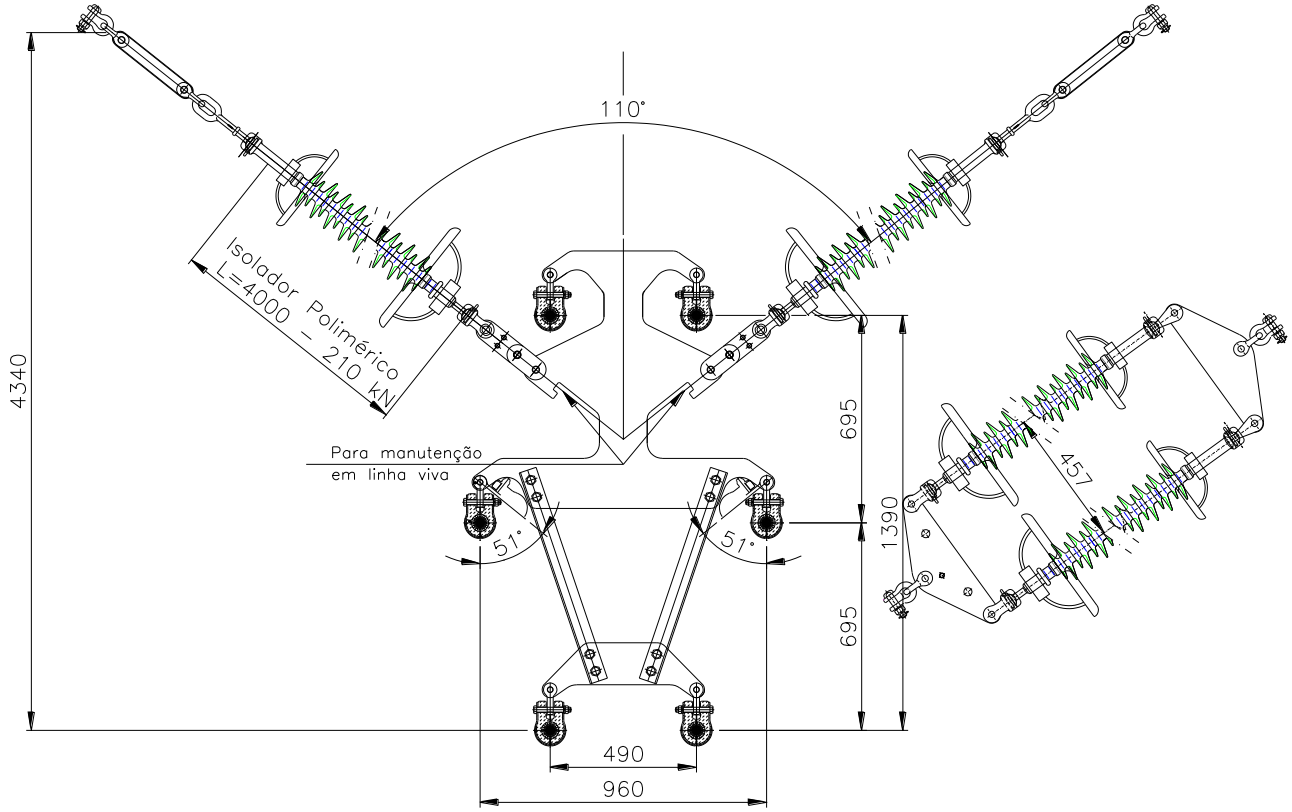


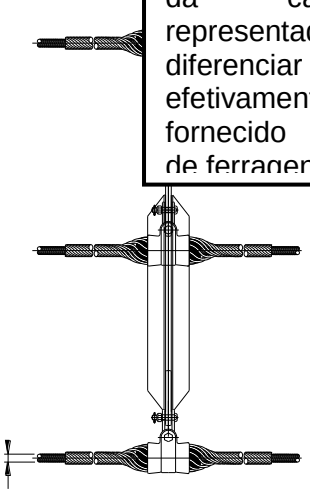
Observação: O desenho da cadeia aqui representado poderá se diferenciar do projeto efetivamente a ser fornecido pelo fabricante de ferragens.

CADEIAS DE SUSPENSÃO DUPLA EM "I" FASE LATERAL – TORRE AUTOPORTANTE PESADA

PARA CONDUTOR 838 kcmil

(IDSL-21) – Isolador Polimérico 500 kV – 2 x 210 kN





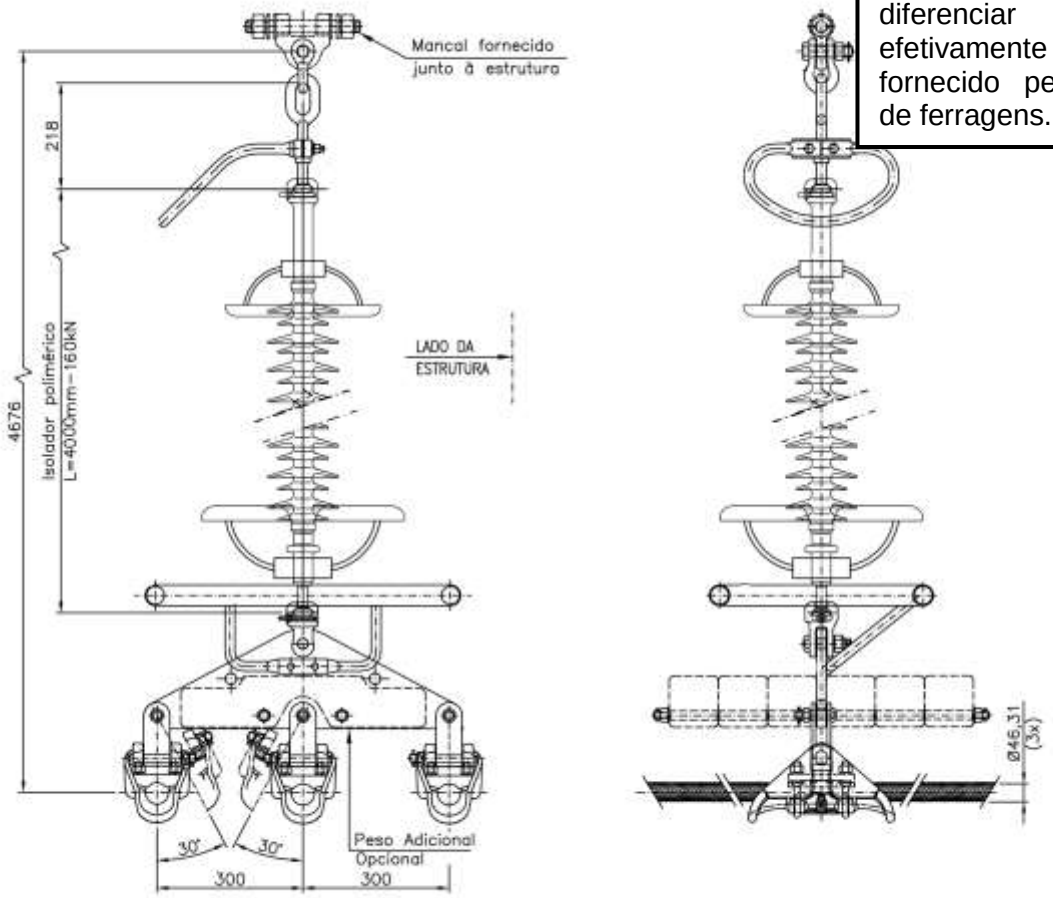
Observação: O desenho da cadeia aqui representado poderá se diferenciar do projeto efetivamente a ser fornecido pelo fabricante de ferragens.

CADEIAS DE SUSPENSÃO DUPLA EM "V" FASE CENTRAL - TORRE AUTOPORTANTE PESADA

PARA CONDUTOR 838 kcmil

(VDSC-21) – Isolador Polimérico 500 kV – 2 X 2 X 210 kN

Observação: O desenho da cadeia aqui representado poderá se diferenciar do projeto efetivamente a ser fornecido pelo fabricante de ferragens.

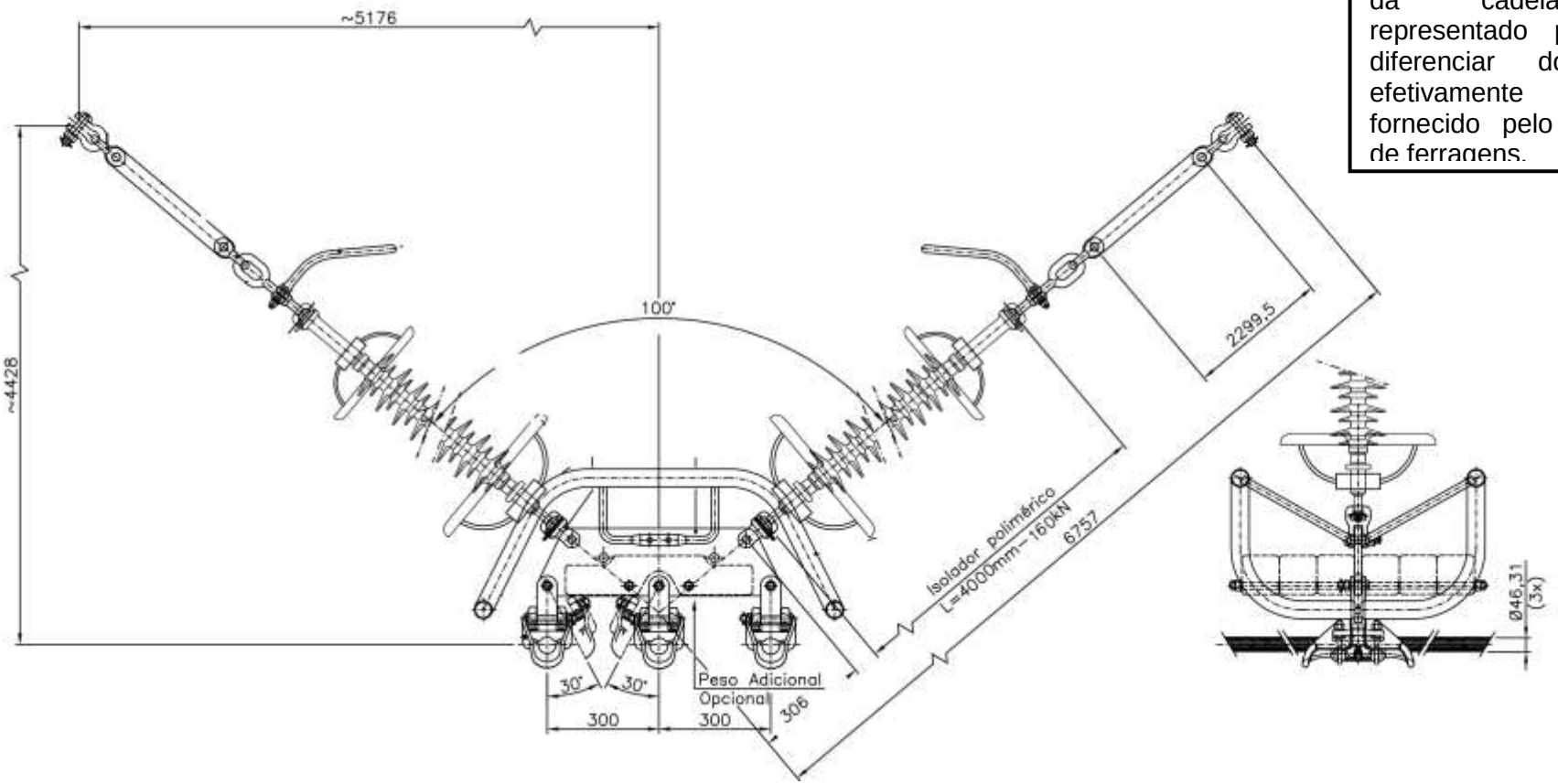


CADEIAS DE <u>JUMPER</u> EM "I" – <u>FASE LATERAL</u>

<u>3 x CONDUTOR CA LUPINE 2500 kcmil</u>

(IJS-16) – Isolador Polimérico 500 kV – 160 kN

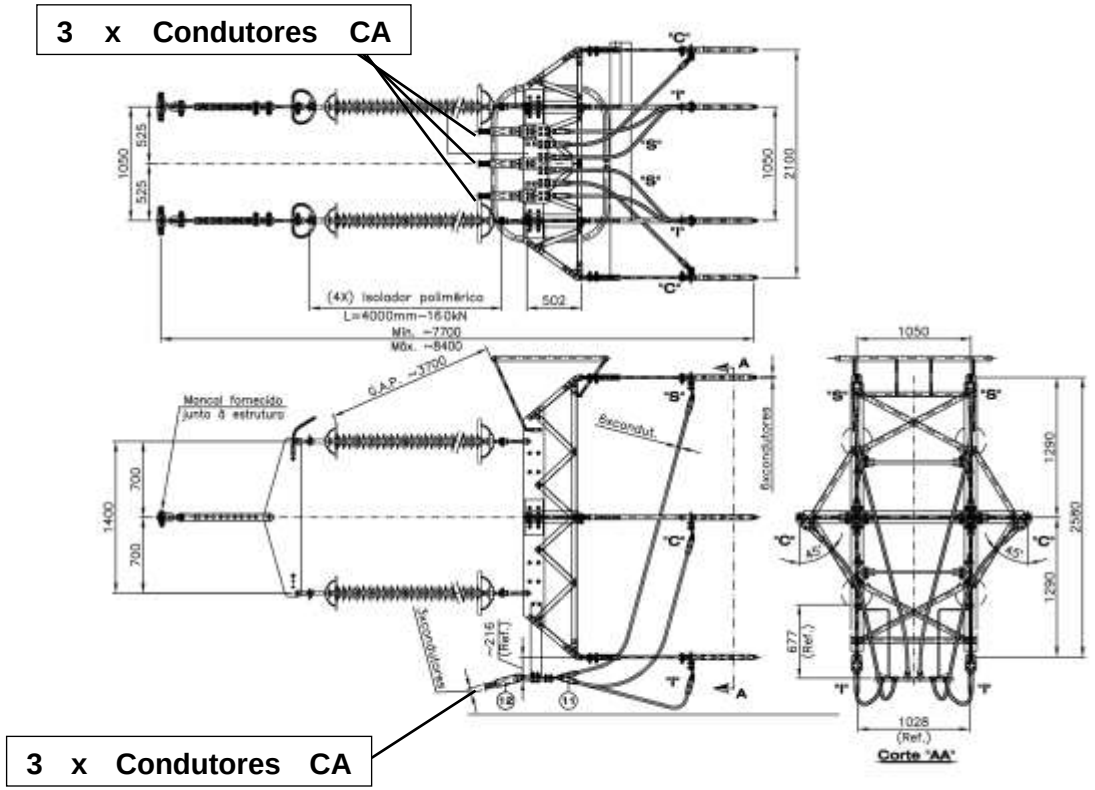
Observação: O desenho da cadeia aqui representado poderá se diferenciar do projeto efetivamente a ser fornecido pelo fabricante de ferragens.



CADEIAS DE <u>JUMPER</u> EM "V" – <u>FASE CENTRAL</u>

<u>3 x CONDUTOR CA LUPINE 2500 kcmil</u>

(VJS-16) – Isolador Polimérico 500 kV – 160 kN

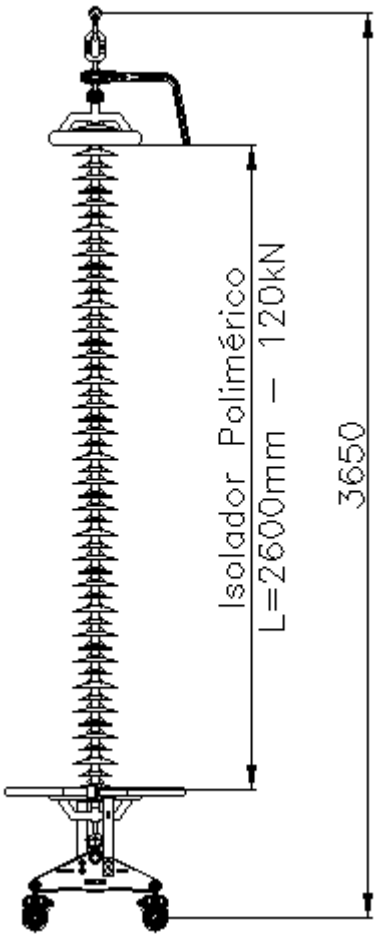


Observação: O desenho da cadeia aqui representado poderá se diferenciar do projeto efetivamente a ser fornecido pelo fabricante de ferragens.

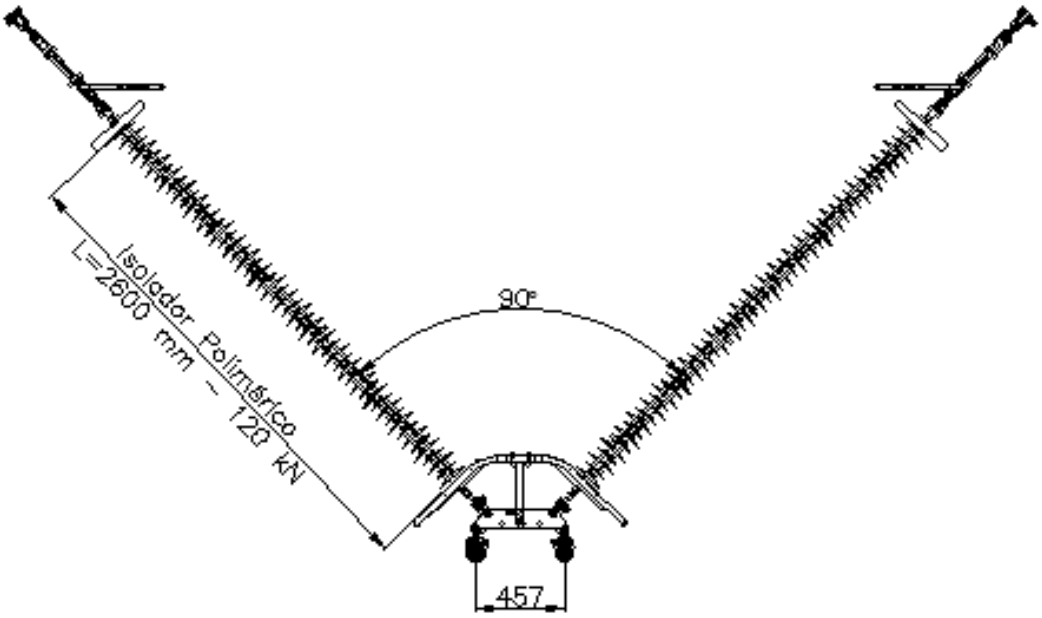
CADEIA DE ANCORAGEM QUADRUPLA - <u>FASE LATERAL E CENTRAL</u>

CONDUTOR 838 kcmil

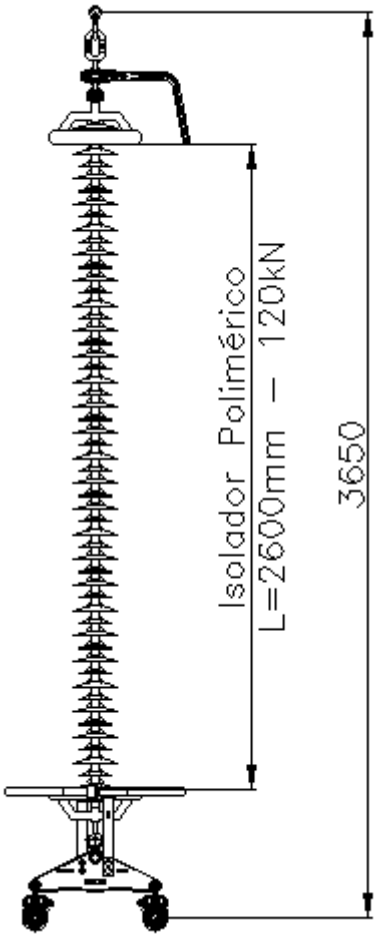
(AQL-160) – Isolador Polimérico 500 kV – 4 x 160 Kn



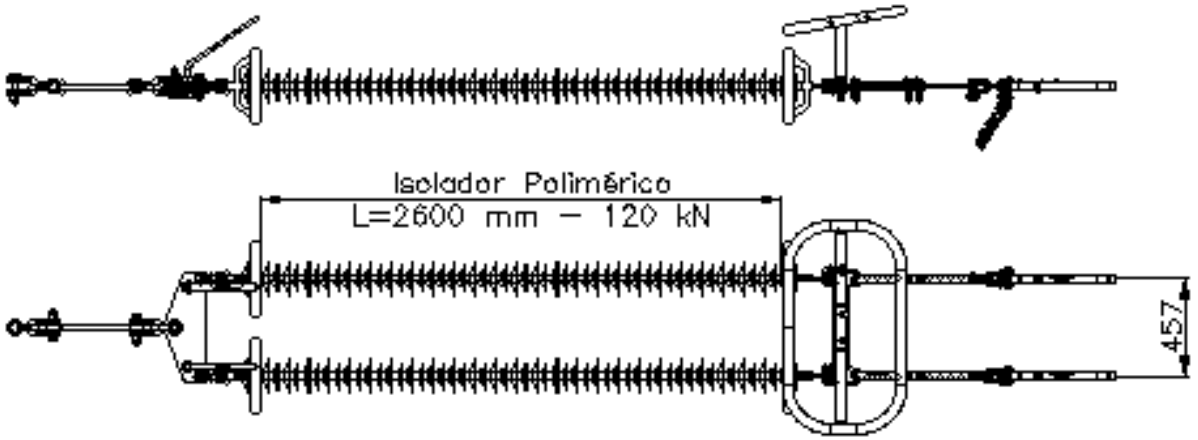
CADEIAS DE SUSPENSÃO EM "I" <u>FASE LATERAL</u> - TORRE CARA DE GATO
CONDUTOR 998 kcmil
(IS3-12) – Isolador Polimérico 345kV – 1x 120 kN



CADEIAS DE SUSPENSÃO EM "V" <u>FASE CENTRAL</u> - TORRE CARA DE GATO
CONDUTOR 998 kcmil
(VS3-12) – Isolador Polimérico 345 kV –2 x 120 kN



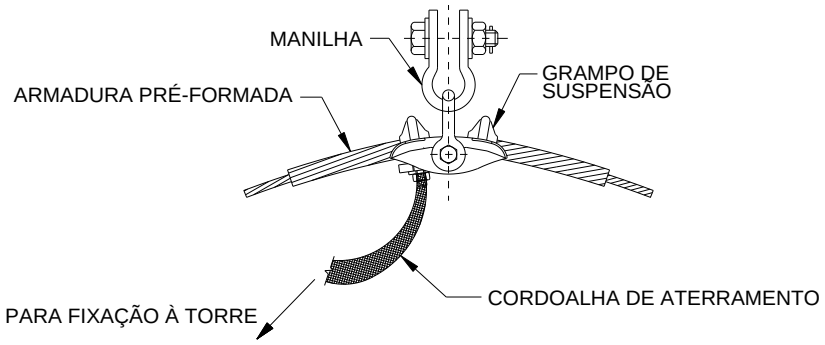
CADEIAS DE JUMPER EM "I"
CONDUTOR 998 kcmil
(IJ3-12) – Isolador Polimérico 345kV – 1x 120 kN

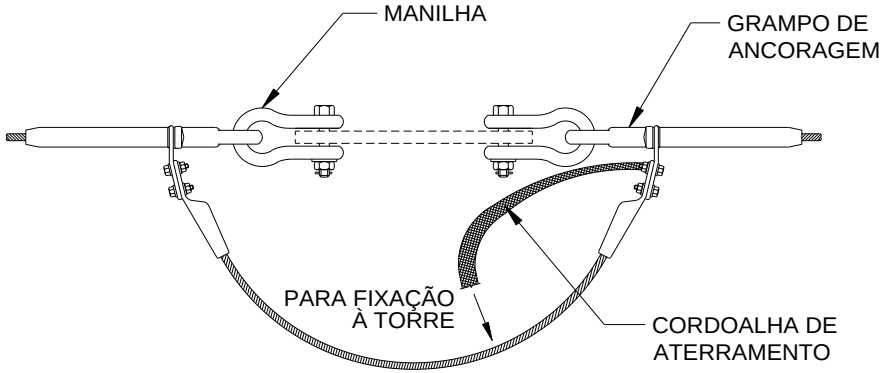


CADEIA DE ANCORAGEM DUPLA

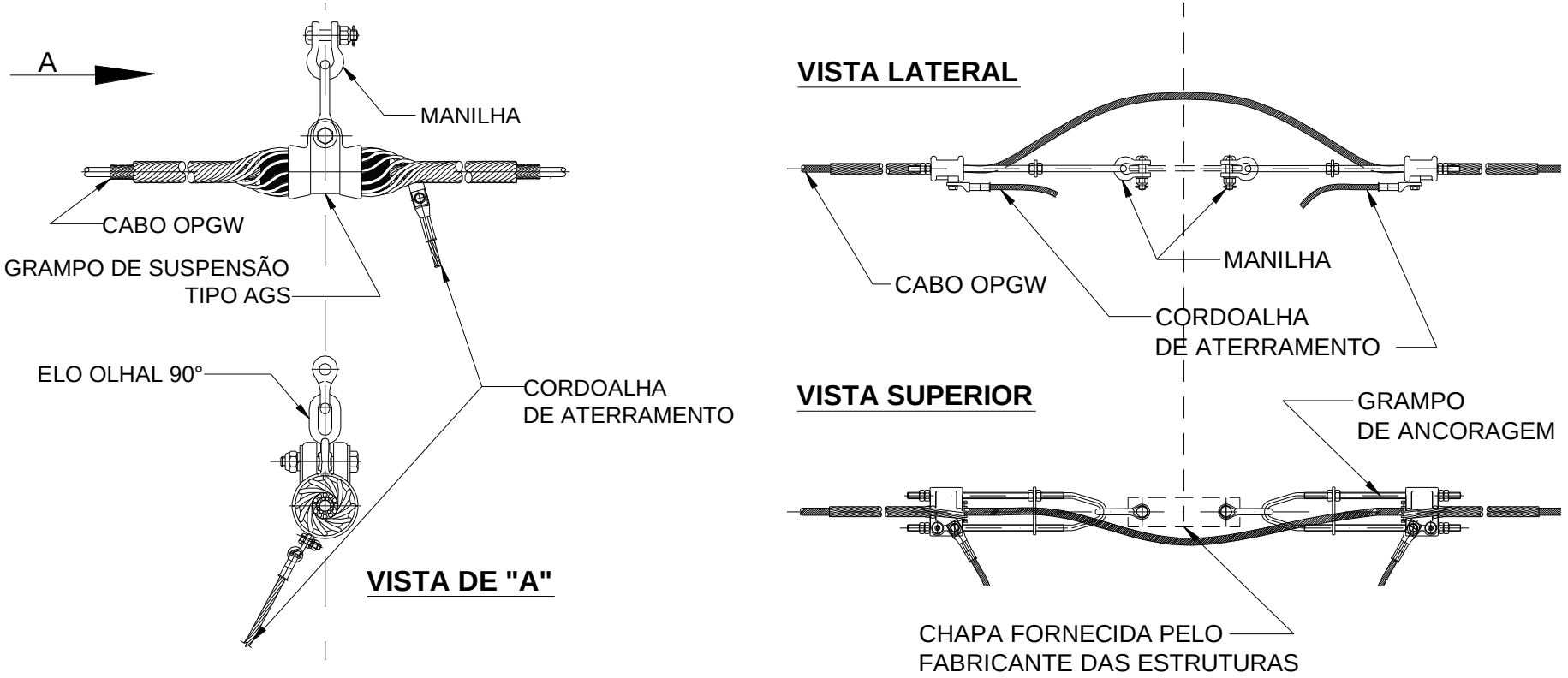
CONDUTOR 998 kcmil

(AD3-120) – Isolador Polimérico 345 kV – 1 x 120 Kn





Cadeias de Suspensão e Ancoragem dos Cabos Para-raios CAA Dotterel e 3/8”EAR



Conjuntos de Suspensão e Ancoragem dos Cabos Para-Raios OPGW

ANEXO 2 – CALCULO DE CARGAS NOS ISOLADORES

- LT CD 500 kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2 e LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2

I5DEL

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	5019	5701	0	7596	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	124	160	160
RUPTURA DO CONDUTOR	78	3227	6241	7026	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	115	120	
CONSTRUÇÃO	292	8185	1008	8252	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	135	160	

I5DSL

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	5557	6103	0	8254	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	135	160	160
RUPTURA DO CONDUTOR	78	3452	6241	7132	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	117	120	
CONSTRUÇÃO	292	8410	1008	8476	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	139	160	

I5DSP

CADEIA	T	V	L	RESULT	FATOR				ISOLADOR	FINAL	ADOTADO
VENTO EXTREMO	7214	7708	0	10557	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	173	210	210
RUPTURA DO CONDUTOR	389	4354	6241	7620	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	125	160	
CONSTRUÇÃO	1458	9312	1008	9479	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	155	160	

I5DA1

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	10765	9030	2504	14272	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	117	120	160
RUPTURA DO CONDUTOR	1548	5496	13374	14542	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	119	120	
CONSTRUÇÃO	5806	13637	1008	14856	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	121	160	

I5DA2

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	16386	9030	2504	18876	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	154	160	160
RUPTURA DO CONDUTOR	3049	5496	13374	14777	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	121	160	
CONSTRUÇÃO	11435	13637	1008	17825	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	146	160	

I5DAT

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	21644	9030	2504	23585	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	193	160	210
RUPTURA DO CONDUTOR	4458	5496	13374	15131	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	124	160	
CONSTRUÇÃO	16718	13637	1008	21598	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	177	210	
CONSTRUÇÃO TERMINAL	5718	9546	16718	20083	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	164	210	
VENTO EXTREMO TERMINAL	9116	6623	16692	20139	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	165	160	

Nota: Nos cálculos das cargas para dimensionamento dos isoladores foram considerados vento máximo e ruptura para cargas transversais e longitudinais com fator de sobrecarga 1,0 e cargas verticais com fator de sobrecarga de 1,15. Para hipótese de construção foram consideradospara cargas transversais e longitudinais fator de sobrecarga de 1,5 e cargas verticais fator de sobrecarga de 1,15

- LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2

I51CR E I51CRB

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	6742	7288	0	9928	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	162	210	210
RUPTURA DO CONDUTOR	99	4179	7959	8990	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	147	160	
CONSTRUÇÃO	372	10115	1286	10203	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	167	210	

I51SL

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	7469	9313	0	11938	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	195	210	210
RUPTURA DO CONDUTOR	198	4790	7959	9291	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	152	160	
CONSTRUÇÃO	744	10725	1286	10827	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	177	210	

I51SP

CADEIA	T	V	L	RESULT	FATOR				ISOLADOR	FINAL	ADOTADO
VENTO EXTREMO	10283	11576	0	15484	0,6	Limite Escoamento	IVI	2	127	160	160
RUPTURA DO CONDUTOR	595	5920	7959	9937	0,6	Limite Escoamento	IVI	2	81	120	
CONSTRUÇÃO	2231	11856	1286	12132	0,6	Limite Escoamento	IVI	2	99	120	

I51A1

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	11993	12269	3281	17468	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	71	120	160
RUPTURA DO CONDUTOR	1484	8634	17055	19173	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	78	120	
CONSTRUÇÃO	5565	14570	1286	15649	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	64	120	

I51A2

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	16981	12269	3281	21205	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	87	120	160
RUPTURA DO CONDUTOR	2943	8634	17055	19341	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	79	120	
CONSTRUÇÃO	11035	14570	1286	18322	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	75	120	

I51AT

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	26930	12269	3281	29774	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	122	160	160
RUPTURA DO CONDUTOR	5685	8634	17055	19943	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	82	120	
CONSTRUÇÃO	21319	19004	1286	28589	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	117	120	
CONSTRUÇÃO TERMINAL	10659	10198	21319	25925	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	106	120	
VENTO EXTREMO TERMINAL	12880	9484	17055	23382	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	96	120	

Nota: Nos cálculos das cargas para dimensionamento dos isoladores foram considerados vento máximo e ruptura para cargas transversais e longitudinais com fator de sobrecarga 1,0 e cargas verticais com fator de sobrecarga de 1,15. Para hipótese de construção foram considerados para cargas transversais e longitudinais fator de sobrecarga de 1,5 e cargas verticais fator de sobrecarga de 1,15

- LT CS 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6, C1 e C2 e LT CS 500 kV João Neiva 2 – Viana 2, C1

I52CR E I52CRB

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	10414	7288	0	12711	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	208	210	210
RUPTURA DO CONDUTOR	99	4179	7959	8990	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	147	160	
CONSTRUÇÃO	372	10115	1286	10203	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	167	210	

I52SL

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	11536	8343	0	14237	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	233	240	240
RUPTURA DO CONDUTOR	198	4790	7959	9291	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	152	160	
CONSTRUÇÃO	744	10725	1286	10827	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	177	210	

I52SP

CADEIA	T	V	L	RESULT	FATOR				ISOLADOR	FINAL	ADOTADO
VENTO EXTREMO	17543	12269	4504	21876	0,6	Limite Escoamento	IVI	2	179	210	210
RUPTURA DO CONDUTOR	1484	8634	17055	19173	0,6	Limite Escoamento	IVI	2	157	160	
CONSTRUÇÃO	5565	14570	1286	15649	0,6	Limite Escoamento	IVI	2	128	160	

I52A1

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	17543	12269	4504	21876	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	89	120	160
RUPTURA DO CONDUTOR	1484	8634	17055	19173	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	78	120	
CONSTRUÇÃO	5565	14570	1286	15649	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	64	120	

I52A2

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	24284	12269	4504	27578	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	113	120	160
RUPTURA DO CONDUTOR	2943	8634	17055	19341	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	79	120	
CONSTRUÇÃO	11035	14570	1286	18322	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	75	120	

I52AT

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	38734	12269	4504	40880	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	160	160	160
RUPTURA DO CONDUTOR	5685	8634	17055	19943	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	82	120	
CONSTRUÇÃO	21319	14570	1286	25854	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	106	120	
CONSTRUÇÃO TERMINAL	10659	10198	21319	25925	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	106	120	
VENTO EXTREMO TERMINAL	18568	9484	30024	36553	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	4	149	160	

Nota: Nos cálculos das cargas para dimensionamento dos isoladores foram considerados vento máximo e ruptura para cargas transversais e longitudinais com fator de sobrecarga 1,0 e cargas verticais com fator de sobrecarga de 1,15. Para hipótese de construção foram considerados para cargas transversais e longitudinais fator de sobrecarga de 1,5 e cargas verticais fator de sobrecarga de 1,15

- LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3

I3SL

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	4223	3212	0	5306	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	87	120	120
RUPTURA DO CONDUTOR	39	1766	3121	3586	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	59	120	
CONSTRUÇÃO	146	5463	504	5488	0,6	Limite Escoamento	IVI	1	90	120	

I3AT

Hipótese de Carga	Carregamentos						ISOLADOR (kN)				
	Transversal (kgf)	Vertical (kgf)	Longitudinal (kgf)	Resultante (kgf)	Fator de Segurança		Cadeia	Quant. Penca	Calculado	FINAL	Adotado
					Fator	Critério					
VENTO EXTREMO	10922	10310	1626	15107	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	120	120	120
RUPTURA DO CONDUTOR	1525	4513	6687	8210	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	67	120	
CONSTRUÇÃO	5718	9045	504	10713	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	88	120	
CONSTRUÇÃO TERMINAL	0	6332	8359	10487	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	86	120	
VENTO EXTREMO TERMINAL	2558	7290	10838	13310	0,6	Limite Escoamento	Dupla Anco	2	109	120	

Nota: Nos cálculos das cargas para dimensionamento dos isoladores foram considerados vento máximo e ruptura para cargas transversais e longitudinais com fator de sobrecarga 1,0 e cargas verticais com fator de sobrecarga de 1,15. Para hipótese de construção foram considerados para cargas transversais e longitudinais fator de sobrecarga de 1,5 e cargas verticais fator de sobrecarga de 1,15

04	REVISADO CABOS OPGW	10/11/2022	AQ/SHF/APC	AQ	JCS
03	REVISADO CONFORME COMENTÁRIOS	28/10/2022	AQ/SHF/APC	AQ	JCS
02	REVISADO CONFORME COMENTÁRIOS	23/09/2022	AQ/SHF/APC	AQ	JCS
01	EMISSÃO INICIAL	01/09/2022	AQ/SHF/APC	AQ	JCS
Rev.	**Descrição das Revisões**	**Data**	**Elaborado**	**Verificado**	**Aprovado**

ENGEPRO

cobra BRASIL

isa CTEEP

LOTE "03" DO LEILÃO 001/2022

LT CD 500 kV JAÍBA – JANAÚBA 6 C1 e C2
LT CD 500 kV JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV CAPELINHA 3 – GOV. VALADARES 6 C1 e C2
LT CS 500 kV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1
LT CS 345 kV VIANA 2 – VIANA C3

PROJETO BÁSICO

ELAB.	**VERIF.**	**APROV.**	**ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS E VIBRAÇÕES EOLICAS**		
AQ/SHF/APC	AQ	JCS			
RESP. TÉC.	**CREA**	**DATA**	Nº DOC BR-LOT3-71450-L-00-D0007_01	**FOLHA**	**REV.**
Joel da Costa Souza	200158892-5	01/09/2022		1/186	04

ÍNDICE

1. OBJETIVO 3
2. CARACTERÍSTICAS DOS CABOS....3
3. DADOS CLIMATOLÓGICOS 3
3.1. Temperaturas (ver referência [2]) 3
3.2. Velocidades do Vento (ver referência [3])....3
3.3. Pressões Decorrentes da Ação do Vento Extremo (T = 250 anos) (ver referência [3]) 4
3.4. Pressões Decorrentes da Ação do Vento Nominal (T = 50 anos) (ver referência [3]) 4
4. CONDIÇÕES DE GOVERNO 4
5. TABELAS DE FLECHAS E TRAÇÕES 10
6. Critério de Proteção CONTrA VIBRAÇÃO EÓLICA....11
7. REFERÊNCIAS....15
Anexo 1 – flechas e trações 16
Anexo 2 – Comparação das Flechas Condutor / Pára-raios....177
Anexo 3 - Grafico de Proteção contra Vibrações Eólicas....183
Anexo 3A – Gráfico Geral para Avaliação de Necessidade de Amortecedores 184
Anexo 3B – Gráfico Específico para os Cabos Condutor e Para-Raios....184

1. OBJETIVO

1.1 Definir as condições básicas de projeto a serem adotadas no cálculo mecânico dos condutores e para-raios das linhas de transmissão pertencentes ao Lote 3 do Leilão 001/2022 listadas abaixo:

- LT CD 500 kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2
- LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Capelinha 3 – Govenador Valadares 6, C1 e C2
- LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1
- LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3

1.2 A partir das condições básicas de projeto determinar as condições de governo a serem utilizadas nos cálculos de trações e flechas dos condutores e para-raios, necessários para as várias fases dos projetos básico e executivo das LT em estudo.

2. CARACTERÍSTICAS DOS CABOS

2.1. O estudo para definição do condutor e para-raios consta da referência [1]. As principais características dos cabos selecionados, necessárias para seu cálculo mecânico, constam da referencia (1).

3. DADOS CLIMATOLÓGICOS

3.1. **Temperaturas** (ver referência [2])

LT	temp média (EDS) – (^{O}C)	temp mín 50 anual – (^{O}C)	temp mín absoluta – (^{O}C)
LT CD 500Kv Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	22	17	5
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	22	17	5
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	21	15	1
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2	22	15	1
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	22	17	2
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	23	19	5

3.2. **Velocidades do Vento** (ver referência [3])

LT	Velocidade extrema (250 anos, 10 min, 10 m, cat. B) (m/s)	Velocidade nominal (50 anos, 10 min, 10 m, cat. B) (m/s)
LT CD 500Kv Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	95	80
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	95	80
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	95	80
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2	115	100
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	115	100
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	115	100

3.3. **Pressões Decorrentes da Ação do Vento Extremo (T = 250 anos)** (ver referência [3])

LT	Condutores (kgf/m²)	Para-raios (kgf/m²)
LT CD 500Kv Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	82	89
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	82	89
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	79	84
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2	120	129
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	120	129
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	122	130

3.4. **Pressões Decorrentes da Ação do Vento Nominal (T = 50 anos)** (ver referência [3])

LT	Condutores (kgf/m²)	Para-raios (kgf/m²)
LT CD 500Kv Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	58	63
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2	58	63
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	55	59
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2	90	97
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	90	97
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	91	97

4. CONDIÇÕES DE GOVERNO

4.1 As condições básicas de projeto selecionadas para os cabos visam limitar as trações que atuam sobre os mesmos a valores que garantam sua integridade mecânica durante toda a vida útil prevista para a linha de transmissão.

4.2 Os limites adotados devem levar em consideração tanto as cargas resultantes da ação dos ventos de projeto como também as deformações que podem ser produzidas nos cabos por vibrações induzidas por ventos uniformes de baixa intensidade.

4.3 São indicados a seguir os limites para as trações nos cabos, especificados pela a ANEEL:

a) Sob ação do vento extremo (T = 250 anos), a tração axial deve ser inferior ou no máximo igual a 70% da carga de ruptura do cabo.

b) Sob ação do vento nominal (T = 50 anos), a tração axial deve ser inferior ou no máximo igual a 50% da carga de ruptura do cabo.

c) Na condição de temperatura mínima, a tração axial deve ser inferior ou no máximo igual a 33% da carga de ruptura do cabo.

4.4 Respeitados os limites estabelecidos no item 4.3, as trações de projeto para os cabos para-raios serão definidas de modo que, na condição (EDS – Every day Stress – item 3.1), sem vento, final, suas flechas sejam aproximadamente iguais e limitadas a 90% das flechas correspondentes dos condutores.

4.5 Em função do exposto nos itens anteriores estão sendo adotadas as seguintes trações

limites para os cabos selecionados:

Condições de Governo	Trações Limites (kgf)							
	AAAC 838 kcmil	AAAC 998 kcmil	DOTTEREL	3/8 EAR	OPGW 14,9 Com cabo 838kcmil	OPGW 14,9 Com cabo 998kcmil	OPGW 13,4 Com cabo 838kcmil	OPGW 13,4 Com cabo 998kcmil
70% CR: Final, Vento extremo; Tração suporte (Pressão de Vento ver Item 4.3)	6630	7803	5500	4890	4311	4311	6210	6210
50% CR: Vento nominal; Tração suporte (Pressão de Vento ver Item 4.3)	4736	5574	3929	3493	3080	3080	4436	4436
Partida: final , Sem Vento EDS, Tração	1894,2	2229,4	1181	732	992	980	1065,8	1052,3
33 % CR: Tração Inicial, Sem Vento, Tração suporte (Pressão de Vento ver Item 4.3)	3125	3679	2593	2305	2032	2032	2927	2927

4.6 Abaixo segue o resumo dos resultados obtidos no programa de flechas e trações conforme anexo 1.

- LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2

	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
AAAC 998	Final, Vento extremo	3953	4132	4251	4337	4407	4467	4523
	Inicial, Sem Vento	2919	2631	2498	2433	2402	2389	2387
	final , Sem Vento, EDS	2229,4	2229,4	2229,4	2229,4	2229,4	2229,4	2229,4
	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
OPGW 14,9	Final, Vento extremo	1996	2154	2265	2347	2411	2463	2508
	Inicial, Sem Vento	1098	1056	1036	1027	1023	1023	1026
	final , Sem Vento, EDS	980	980	980	980	980	980	980
	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
OPGW 13,4	Final, Vento extremo	1939	2069	2159	2224	2274	2315	2351
	Inicial, Sem Vento	1155	1120	1103	1096	1094	1095	1098
	final , Sem Vento, EDS	1052,3	1052,3	1052,3	1052,3	1052,3	1052,3	1052,3

- LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2

	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
AAAC 838	Final, Vento extremo	3458	3622	3731	3810	3873	3928	3978
	Inicial, Sem Vento	2551	2274	2146	2083	2051	2037	2033
	final , Sem Vento, EDS	1894,2	1894,2	1894,2	1894,2	1894,2	1894,2	1894,2
	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
CAA DOTTEREL	Final, Vento extremo	2163	2301	2396	2466	2519	2563	2601
	Inicial, Sem Vento	1307	1264	1243	1233	1230	1230	1233
	final , Sem Vento, EDS	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181
	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
3/8 EAR	Final, Vento extremo	1300	1382	1438	1479	1510	1536	1559
	Inicial, Sem Vento	794	773	763	759	758	760	762
	final , Sem Vento, EDS	732	732	732	732	732	732	732
	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
OPGW 14,9	Final, Vento extremo	1948	2095	2198	2274	2333	2381	2422
	Inicial, Sem Vento	1133	1082	1057	1045	1040	1039	1040
	final , Sem Vento, EDS	992	992	992	992	992	992	992
	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
OPGW 13,4	Final, Vento extremo	1897	2018	2100	2160	2207	2245	2278
	Inicial, Sem Vento	1189	1145	1124	1115	1111	1111	1114
	final , Sem Vento, EDS	1065,8	1065,8	1065,8	1065,8	1065,8	1065,8	1065,8

- LT 500 kV Capelinha 6 – Governador Valadares 6 C1 e C 2

	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
AAAC 838	Final, Vento extremo	4494	4818	5042	5205	5332	5437	5530
	Final, Vento nominal	3751	3953	4089	4187	4264	4330	4390
	Inicial, Sem Vento	2571	2285	2153	2087	2054	2039	2035
	final , Sem Vento, EDS	1894,2	1894,2	1894,2	1894,2	1894,2	1894,2	1894,2

	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
CAA DOTTEREL	Final, Vento extremo	2807	3062	3247	3384	3492	3579	3653
	Final, Vento nominal	2357	2528	2647	2737	2808	2857	2904
	Inicial, Sem Vento	1404	1321	1279	1258	1248	1244	1244
	final , Sem Vento, EDS	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181
	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
3/8 EAR	Final, Vento extremo	1682	1833	1942	2023	2086	2137	2181
	Final, Vento nominal	1414	1516	1586	1638	1677	1709	1737
	Inicial, Sem Vento	797	775	765	760	759	760	763
	final , Sem Vento, EDS	732	732	732	732	732	732	732
	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
OPGW 14,9	Final, Vento extremo	2542	2801	2993	3139	3255	3350	3430
	Final, Vento nominal	2128	2307	2434	2529	2603	2664	2715
	Inicial, Sem Vento	1140	1086	1060	1047	1041	1040	1041
	final , Sem Vento, EDS	992	992	992	992	992	992	992
	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
OPGW 13,4	Final, Vento extremo	2452	2674	2834	2954	3047	3123	3187
	Final, Vento nominal	2064	2212	2316	2392	2451	2498	2539
	Inicial, Sem Vento	1194	1149	1127	1116	1112	1112	1115
	final , Sem Vento, EDS	1065,8	1065,8	1065,8	1065,8	1065,8	1065,8	1065,8

- LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1

	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
AAAC 838	Final, Vento extremo	4460	4793	5023	5190	5320	5428	5522
	Final, Vento nominal	3719	3930	4071	4174	4254	4322	4384
	Inicial, Sem Vento	2551	2274	2146	2083	2051	2037	2033
	final , Sem Vento, EDS	1894,2	1894,2	1894,2	1894,2	1894,2	1894,2	1894,2

	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
CAA DOTTEREL	Final, Vento extremo	2794	3052	3238	3378	3486	3574	3649
	Final, Vento nominal	2344	2518	2639	2728	2797	2853	2900
	Inicial, Sem Vento	1397	1316	1276	1256	1246	1242	1243
	final , Sem Vento, EDS	1181	1181	1181	1181	1181	1181	1181
	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
3/8 EAR	Final, Vento extremo	1676	1828	1938	2020	2083	2135	2179
	Final, Vento nominal	1408	1511	1583	1635	1675	1708	1736
	Inicial, Sem Vento	794	773	763	759	758	760	762
	final , Sem Vento, EDS	732	732	732	732	732	732	732
	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
OPGW 14,9	Final, Vento extremo	2530	2791	2985	3133	3250	3345	3426
	Final, Vento nominal	2116	2297	2427	2523	2599	2660	2711
	Inicial, Sem Vento	1133	1082	1057	1045	1040	1039	1040
	final , Sem Vento, EDS	992	992	992	992	992	992	992
	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	500	600	700	800	900
OPGW 13,4	Final, Vento extremo	2442	2665	2827	2948	3042	3119	3184
	Final, Vento nominal	2053	2204	2310	2387	2447	2495	2537
	Inicial, Sem Vento	1189	1145	1124	1115	1111	1111	1114
	final , Sem Vento, EDS	1065,8	1065,8	1065,8	1065,8	1065,8	1065,8	1065,8

- LT 345 kV Viana 2 – Viana C3

	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	450	500	600	700	800	900
AAAC 998	Final, Vento extremo	5021	5377	5508	5618	5794	5931	6045	6145
	Final, Vento nominal	4181	4403	4483	4550	4656	4740	4813	4879
	Inicial, Sem Vento	2942	2643	2562	2506	2438	2405	2391	2389
	final , Sem Vento, EDS	2229,4	2229,4	2229,4	2229,4	2229,4	2229,4	2229,4	2229,4

	trações(kgf)/Vão(m)	300	400	450	500	600	700	800	900
OPGW 14,9	Final, Vento extremo	2522	2783	2887	2976	3124	3240	3335	3415
	Final, Vento nominal	2097	2276	2345	2404	2499	2573	2633	2684
	Inicial, Sem Vento	1104	1060	1047	1039	1028	1024	1024	1026
	final , Sem Vento, EDS	980	980	980	980	980	980	980	980

4.7 Estão sendo verificadas na tabela abaixo para vãos isolados entre 300 m e 900 m, se as trações de projeto obedecem aos limites estabelecidos no item 4.3.

LT 500 kV Jaíba - Janaúba 6 e LT 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2			
Carregamento	Tração Correspondente em kgf (1)		
	AAAC 998	OPGW 14,9	OPGW 13,4
82 kgf/m²,17°C, final (2)	4523 (40,58%)		
89 kgf/m², 17°C, final (2)		2508 (40,72%)	2351 (26,50%)
s/vento, 5°C, inicial (2)	2919 (26,18%)	1098 (17,83%)	1155 (13,02%)
s/vento, 22°C, final (3)	2229,4 (20%)	980 (15,91%)	1052,3 (11,86%)

(1) O valor entre parênteses indica o percentual da carga de ruptura do cabo.
(2) Trações no suporte.
(3) Tração horizontal.
(4) A tração para a condição de vento extremo (T = 250 anos) não ultrapassa 50% para o cabo condutor e 40% para os os cabos para-raios, tornando desnecessária a verificação para a condição de vento nominal (T = 50 anos) para os para-raios

LT 'LT 500 kV Janaúba 6 - Capelinha 3, C1 e C2, CS					
Carregamento	Tração Correspondente em kgf (1)				
	AAAC 838	DOTTEREL	3/8" EAR	OPGW 14,9	OPGW 13,4
79 kgf/m²,15°C, final (2)	3981(42,02%)				
84 kgf/m², 15°C, final (2)		2601 (33,10%)	1559(22,32%)	2422 (39,32%)	2278 (25,68%)
s/vento, 1°C, inicial (2)	2553(26,95%)	1307 (16,63%)	793 (11,35%)	1133 (18,40%)	1189 (13,40%)
s/vento, 21°C, final (3)	1894,6 (20%)	1181 (15,03%)	732 (10,48%)	992 (16,11%)	1065,8 (12,01%)

(1) O valor entre parênteses indica o percentual da carga de ruptura do cabo.
(2) Trações no suporte.
(3) Tração horizontal.
(4) A tração para a condição de vento extremo (T = 250 anos) ultrapassa 50% para o cabo condutor e 40% para os cabos para-raios, sendo necessário a verificação para a condição de vento nominal (T = 50 anos) .

LT 500 kV Capelinha 3 - Governador Valadares 6, C1 e C2, CS

Carregamento	Tração Correspondente em kgf (1)				
	AAAC 838	DOTTEREL	3/8" EAR	OPGW 14,9	OPGW 13,4
120 kgf/m²,15°C, final (2)	5535 (58,43%)				
129 kgf/m², 15°C, final (2)		3653 (46,49%)	2181 (31,22%)	3430 (55,69%)	3187 (35,93%)
90 kgf/m²,15°C, final (2)	4394 (46,38%)				
97 kgf/m², 15°C, final (2)		2904 (36,96%)	1737 (24,86%)	2715 (44,08%)	2539 (28,62%)
s/vento, 1°C, inicial (2)	2573 (27,16%)	1404 (17,87%)	797 (11,41%)	1140 (18,51%)	1194 (13,46%)
s/vento, 22°C, final (3)	1894,6 (20%)	1181 (15,03%)	732 (10,48%)	992 (16,11%)	1065,8 (12,01%)

(1) O valor entre parênteses indica o percentual da carga de ruptura do cabo.
(2) Trações no suporte.
(3) Tração horizontal.

LT 500 kV João Neiva 2 - Viana 2, C1, CS

Carregamento	Tração Correspondente em kgf (1)				
	AAAC 838	DOTTEREL	3/8" EAR	OPGW 14,9	OPGW 13,4
120 kgf/m²,17°C, final (2)	5527 (58,34%)				
129 kgf/m², 17°C, final (2)		3649 (46,44%)	2179 (31,20%)	3426 (55,63%)	3184 (35,89%)
90 kgf/m²,17°C, final (2)	4387 (46,31%)				
97 kgf/m², 17°C, final (2)		2900 (36,90%)	1736 (24,85%)	2711 (44,02%)	2537 (28,60%)
s/vento, 2°C, inicial (2)	2553 (26,95%)	1397 (17,78%)	794 (11,37%)	1133 (18,40%)	1189 (13,40%)
s/vento, 22°C, final (3)	1894,6 (20%)	1181 (15,03%)	732 (10,48%)	992 (16,11%)	1065,8 (12,01%)

(4) O valor entre parênteses indica o percentual da carga de ruptura do cabo.
(5) Trações no suporte.
(6) Tração horizontal.

LT 345 kV Viana 2 - Viana, C3, CS

Carregamento	Tração Correspondente em kgf (1)	
	AAAC 998	OPGW 14,9
122 kgf/m²,19°C, final (2)	6145 (55,13%)	
130 kgf/m², 19°C, final (2)		3415 (55,45%)
91 kgf/m²,19°C, final (2)	4879 (43,77%)	
97 kgf/m², 19°C, final (2)		2684 (43,58%)
s/vento, 5°C, inicial (2)	2942 (26,39%)	1104 (17,92%)
s/vento, 23°C, final (3)	2229,4(20,00%)	980 (15,91%)

(1) O valor entre parênteses indica o percentual da carga de ruptura do cabo.
(2) Trações no suporte.
(3) Tração horizontal.

5. TABELAS DE FLECHAS E TRAÇÕES

5.1. A partir das condições de projeto constantes do item 4.5 anterior e dos critérios de vibração do item 6 (ver também Anexo 3) foram calculadas as flechas e trações para cada cabo, de acordo com as trações de partida apresentadas nas tabelas abaixo, extraídas do item 4.5 anterior.

REFERÊNCIA	Temper. Média (°C)	Trações de partida dos cabos (final, sem vento, temperatura média)					
		AAAC 998	AAAC838	DOTTEREL	3/8" EAR	OPGW 14,9	OPGW 13,4
Cabo 998	22	2229,4(20%)	-	-	-	980 (15,91%)	1052,3(11,86%)
Cabo 838	21	-	1894,6(20%)	1181(15,03%)	732(10,48%)	992 (16,11%)	1065,8(12,01%)
Cabo 838	22	-	1894,6(20%)	1181(15,03%)	732(10,48%)	992 (16,11%)	1065,8(12,01%)
Cabo 838	22	-	1894,2(20%)	1181(15,03%)	732(10,48%)	992 (16,11%)	1065,8(12,01%)
Cabo 998	23	2229,4(20%)	-	-	-	980(15,91%)	-

5.2 Os cálculos das flechas e trações foram realizados fazendo uso do programa de computador FLETRA. Os relatórios de saída do programa FLETRA constam do Anexo 1

5.3 Os cálculos foram executados para uma faixa de vãos variando de 300 m a 900 m, a qual deve cobrir a quase totalidade dos vãos esperados para as LT's em estudo. No decorrer do projeto executivo, vãos básicos ou isolados que venham a estar situados fora dessa faixa serão objeto de estudo específico, respeitado o disposto no capítulo 4.

5.4 O exame dos relatórios de saída permite constatar que, partindo da tração de governo, sem vento, final, as demais condições de projeto são respeitadas, para o intervalo de vãos considerado (300 a 900 metros).

5.5 São comparadas no Anexo 2 as flechas do condutor e dos cabos para-raios para a condição de governo EDS, sem vento, final. A relação entre as flechas dos cabos para-raios e dos condutores atende o especificado no item 4.4, validando as condições de governo selecionadas.

6. CRITÉRIO DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÃO EÓLICA

6.1 O procedimento usual de projeto consiste, portanto, em apoiar-se em resultados publicados sobre o desempenho de linhas existentes e aplicar as recomendações extraídas do comportamento dessa LT ao projeto em estudo.

6.2 No caso presente estão sendo adotadas as recomendações da Brochura 273 [5] no caso presente ou então sendo adotadas as recomendações Grupo de Trabalho CIGRE 22.11 publicadas na revista ELECTRA [4].

6.3 Como critério de avaliação da necessidade de proteção contra vibração eólica a referência citada utiliza parâmetros que levam em conta a tração atuando no cabo, sua massa unitária, a extensão do vão e o efeito da rugosidade do terreno atravessado sobre a turbulência do vento.

6.4 A análise das considerações teóricas sobre o fenômeno vibratório combinada com a experiência de campo acumulada ao longo das últimas décadas levaram o referido grupo de trabalho [4] a propor o gráfico apresentado na Figura do Anexo 3A, composto basicamente, por três áreas:

a) área situada à esquerda das retas verticais aplicáveis a cada tipo de terreno, para a qual não é necessário o uso de amortecedores;

b) área interna, à direita das retas verticais, abaixo da linha horizontal e à esquerda das

curvas aplicáveis a cada tipo de terreno na qual os cabos podem ser seguramente protegidos pelo simples uso de amortecedores nas extremidades dos vãos;

c) área situada acima do limite horizontal do gráfico e à direita das curvas aplicáveis a cada tipo de terreno, na qual os cabos necessitam de proteções reforçadas, ou seja, maior número de amortecedores nas extremidades dos vãos e uso de armaduras pré-formadas ou grampos de suspensão tipo AGS (armor grip suspension).

6.5. Os efeitos da vibração eólica são examinados a seguir para todos os cabos a serem utilizados nas LT's [5] para a pior condição com temperatura mínima. São indicadas abaixo as características físicas desses cabos:

D – Diâmetro | m – massa | p – peso unitário

	AAAC 998	AAAC 838	DOTTEREL	3/8" EAR	OPGW 14,9	OPGW 13,4
D	29,25 mm	26,78 mm	15,42 mm	9,14 mm	14,90mm	13,4 mm
m	1,3952	1,1722	0,657	0,407	0,552	0,593
p	1,3952	1,1722	0,657	0,407	0,552	0,593

6.6 A seguir, os valores dos parâmetros (LD/m) e (H/p) para vãos de 300 a 900m:

- LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2

AAAC 998	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	2.912	2.616	2.474	2.397	2.352	2.323	2.303
LD/m (m^3/kg)	6,29	8,39	10,48	12,58	14,68	16,77	18,87
H/p (m)	2.087	1.875	1.773	1.718	1.686	1.665	1.651
OPGW 14,9	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	1.095	1.050	1.027	1.013	1.005	999	995
LD/m (m^3/kg)	6,63	8,84	11,05	13,26	15,47	17,69	19,90
H/p (m)	1.624	1.558	1.523	1.503	1.491	1.482	1.476
OPGW 13,4	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	1.152	1.113	1.093	1.081	1.074	1.069	1.066
LD/m (m^3/kg)	6,78	9,04	11,30	13,56	15,82	18,08	20,34
H/p (m)	1.942	1.877	1.843	1.823	1.811	1.803	1.797

- LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2

AAAC 838	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	2.547	2.264	2.127	2.054	2.011	1.983	1.964
LD/m (m^3/kg)	6,85	9,14	11,42	13,71	15,99	18,28	20,56
H/p (m)	2.172	1.931	1.815	1.752	1.715	1.692	1.675
DOTTEREL	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	1.304	1.257	1.232	1.217	1.208	1.202	1.198
LD/m (m^3/kg)	7,04	9,39	11,74	14,08	16,43	18,78	21,12
H/p (m)	1.984	1.913	1.875	1.852	1.838	1.829	1.823
3/8 EAR	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	792	769	757	749	745	742	740
LD/m (m^3/kg)	6,74	8,98	11,23	13,47	15,72	17,97	20,21
H/p (m)	1.945	1.889	1.859	1.841	1.830	1.823	1.818

OPGW 14,9	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	1.130	1.077	1.048	1.032	1.022	1.015	1.010
LD/m (m³/kg)	6,63	8,84	11,05	13,26	15,47	17,69	19,90
H/p (m)	1.677	1.597	1.555	1.531	1.516	1.505	1.499
OPGW 13,4	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	1.185	1.139	1.115	1.100	1.092	1.086	1.082
LD/m (m³/kg)	6,78	9,04	11,30	13,56	15,82	18,08	20,34
H/p (m)	1.999	1.921	1.880	1.856	1.841	1.831	1.824

- LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2

AAAC 838	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	2.567	2.275	2.134	2.058	2.014	1.985	1.966
LD/m (m³/kg)	6,85	9,14	11,42	13,71	15,99	18,28	20,56
H/p (m)	2.190	1.941	1.820	1.756	1.718	1.693	1.677
DOTTEREL	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	1.401	1.314	1.268	1.242	1.226	1.216	1.209
LD/m (m³/kg)	7,04	9,39	11,74	14,08	16,43	18,78	21,12
H/p (m)	2.132	2.000	1.930	1.891	1.867	1.851	1.840
3/8 EAR	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	795	771	758	750	746	742	740
LD/m (m³/kg)	6,74	8,98	11,23	13,47	15,72	17,97	20,21
H/p (m)	1.953	1.893	1.862	1.843	1.832	1.823	1.819
OPGW 14,9	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	1.137	1.081	1.051	1.034	1.023	1.016	1.011
LD/m (m³/kg)	6,63	8,84	11,05	13,26	15,47	17,69	19,90
H/p (m)	1.687	1.604	1.559	1.533	1.518	1.507	1.500
OPGW 13,4	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	1.191	1.143	1.117	1.102	1.093	1.087	1.082
LD/m (m³/kg)	6,78	9,04	11,30	13,56	15,82	18,08	20,34
H/p (m)	2.008	1.927	1.883	1.858	1.842	1.832	1.825

- LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1

AAAC 838	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	2.547	2.264	2.127	2.054	2.011	1.983	1.964
LD/m (m³/kg)	6,85	9,14	11,42	13,71	15,99	18,28	20,56
H/p (m)	2.172	1.931	1.815	1.752	1.715	1.692	1.675
DOTTEREL	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	1.393	1.309	1.265	1.240	1.225	1.215	1.208
LD/m (m³/kg)	7,04	9,39	11,74	14,08	16,43	18,78	21,12
H/p (m)	2.121	1.993	1.926	1.888	1.864	1.849	1.838
3/8 EAR	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	792	769	757	749	745	742	740
LD/m (m³/kg)	6,74	8,98	11,23	13,47	15,72	17,97	20,21
H/p (m)	1.945	1.889	1.859	1.841	1.830	1.823	1.818

OPGW 14,9	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	1.130	1.077	1.048	1.032	1.022	1.015	1.010
LD/m (m^3/kg)	6,63	8,84	11,05	13,26	15,47	17,69	19,90
H/p (m)	1.677	1.597	1.555	1.531	1.516	1.505	1.499
OPGW 13,4	300	400	500	600	700	800	900
H (kgf)	1.185	1.139	1.115	1.100	1.092	1.086	1.082
LD/m (m^3/kg)	6,78	9,04	11,30	13,56	15,82	18,08	20,34
H/p (m)	1.999	1.921	1.880	1.856	1.841	1.831	1.824

- LT 345 kV Viana 2 – Viana C3

AAAC 998	300	400	450	500	600	700	800	900
H (kgf)	2.935	2.628	2.542	2.481	2.401	2.355	2.325	2.305
LD/m (m^3/kg)	6,29	8,39	9,43	10,48	12,58	14,68	16,77	18,87
H/p (m)	2.104	1.884	1.822	1.778	1.721	1.688	1.667	1.652
OPGW 14,9	300	400	450	500	600	700	800	900
H (kgf)	1.101	1.054	1.040	1.029	1.015	1.006	1.000	996
LD/m (m^3/kg)	6,63	8,84	9,95	11,05	13,26	15,47	17,69	19,90
H/p (m)	1.634	1.564	1.543	1.527	1.506	1.492	1.484	1.478

6.7 Plotando os valores acima utilizando os mesmos eixos da figura do anexo 3A, obtém-se as curvas mostradas nas figuras do anexo 3B e 3C a qual inclui também a curva limite correspondente ao terreno tipo 2 (aberto, plano, sem obstruções). A análise das figuras do anexo 3B e 3C permite concluir:

a) cabo condutor AAAC998 – Vãos até 600 m caem na área em que o uso de amortecedores nas extremidades dos vãos é proteção suficiente.

b) cabo condutor AAAC838 – Vãos até 600 m caem na área em que o uso de amortecedores nas extremidades dos vãos é proteção suficiente.

c) cabos para-raios CAA DOTTEREL – Vãos até 600 m caem na área em que o uso de amortecedores nas extremidades dos vãos é proteção suficiente.

d) cabos para - raios 3/8” – Vãos até 600 m caem na área em que o uso de amortecedores nas extremidades dos vãos é proteção suficiente.

e) cabos para - raios OPGW 14,9 – Vãos até 700 m caem na área em que o uso de amortecedores nas extremidades dos vãos é proteção suficiente.

f) cabos para - raios OPGW 13,4 – Vãos até 700 m caem na área em que o uso de amortecedores nas extremidades dos vãos é proteção suficiente.

6.8 Quando utilizados em vãos superiores ao limite indicado no item 6.7 anterior, os cabos condutores e os para-raios 3/8”, Dotterel, OPGW 14,9, e OPGW 13,4 devem receber proteção reforçada, a qual pode ser obtida pelo uso de uma quantidade maior de amortecedores em ambas as extremidades dos vãos.

6.9 Adicionalmente os cabos para-raios 3/8” e Dotterel deverão ser protegidos por armaduras pré-formadas.

6.10 Travessias de grandes rios e outros vãos longos que, pelas características do terreno atravessado, possam favorecer a ação de ventos uniformes com baixo nível de turbulência, devem receber sistema de amortecimento reforçado, conforme orientação do projetista das LT’s.

6.11 No decorrer do projeto executivo, após serem determinadas por ensaios de tipo [6] as

características de amortecimento dos materiais efetivamente comprados, a quantidade de amortecedores por vão deverá ser reavaliada e aumentada, caso necessário, visando reduzir as amplitudes de vibração a níveis suficientemente baixos para garantir a integridade dos cabos ao longo de toda a vida útil das LT's.

7. REFERÊNCIAS

1 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0004_CONDUTOR E PARA-RAIOS, preparado para as LT's 345/500kV do LOTE 3 LEILÃO 01/2022

2 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0002_DADOS CLIMATOLÓGICOS, preparado para as LT's 345/500kV do LOTE 3 LEILÃO 01/2022

3 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0003_VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO, preparado para as LT's 345/500 kV do LOTE 3 LEILÃO 01/2022

4 ELECTRA N° 198, outubro, 2001 – Safe design tension with respect to aeolian vibrations. Part 2: damped single conductors.

5 Brochura 273- Overhead conductor safe design tension with respect to aeolian vibrations

6 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0006_ISOLADORES E FERRAGENS, preparado para as LT's 345/500 kV do LOTE 3 LEILÃO 01/2022

ANEXO 1 – FLECHAS E TRAÇÕES

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kVJanaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO	**AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**2229,4 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**82 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 25/ 7/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BÁSICO
LT 500 kV JAÍBA - JANAÚBA 6/JANAÚBA 3 C1 E C2
CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998

CABO: CAA CAL1* 998.0kcmil 61 fios 4 POR FASE
diâmetro = 29.25 mm coef. dilat.i =0.00002300 oC-1
área secção = 506.04 mm2 coef. dilat.f =0.00002300 oC-1
peso linear = 1.3952 kg/m mód. elast. i = 4829. kgf/mm2
carga rupt. = 11147. kgf mód. elast. f = 6526. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	17.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	82.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	2.7748 kgf/m	Carga =	0.0000 kgf/m

CADEIA:
Peso . . . = 0.00 kgf
Comprimento = 0.00 m
Área . . . = 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	17.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	0.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	0.00 kgf	Carga =	0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kVJanaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO **AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **2229,4 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **82 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 2

PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998

CABO: CAA CAL1* 998.0kcmil 61 fios 4 POR FASE

PARTIDA: 2229.4 kgf = 20.00 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
22.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 300.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	5.	0.00	5.39	5.39	2911.9	2915.6	2919.4
	22.	0.00	6.12	6.12	2564.5	2568.8	2573.0
	70.	0.00	8.13	8.13	1932.1	1937.8	1943.4
PV = 82.00	(0.00)						
	17.	0.00	7.48	7.48	4177.0	4187.3	4197.7
FINAIS							
	5.	0.00	6.26	6.26	2507.0	2511.4	2515.7
	10.	0.00	6.50	6.50	2417.2	2421.7	2426.2
	17.	0.00	6.82	6.82	2303.3	2308.1	2312.8
	22.	0.00	7.05	7.05	2229.5	2234.4	2239.3
	70.	0.00	9.05	9.05	1735.6	1741.9	1748.2
PV = 82.00	(0.00)						
	17.	0.00	7.95	7.95	3930.5	3941.5	3952.5

VÃO = 400.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	5.	0.00	10.68	10.68	2615.7	2623.1	2630.5
	22.	0.00	11.53	11.53	2423.6	2431.6	2439.6
	70.	0.00	13.77	13.77	2028.9	2038.5	2048.0
PV = 82.00	(0.00)						
	17.	0.00	13.08	13.08	4249.7	4267.8	4285.8
FINAIS							
	5.	0.00	11.68	11.68	2391.7	2399.8	2407.9
	10.	0.00	11.93	11.93	2340.8	2349.1	2357.4
	17.	0.00	12.29	12.29	2274.1	2282.7	2291.2
	22.	0.00	12.53	12.53	2229.5	2238.1	2246.8
	70.	0.00	14.75	14.75	1894.9	1905.1	1915.3
PV = 82.00	(0.00)						
	17.	0.00	13.57	13.57	4094.9	4113.6	4132.3

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kVJanaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO **AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **2229,4 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **82 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  CAL1*          998.0kcmil      61 fios     4 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   2229.4 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  17.66  17.66    2473.6   2485.8   2498.1
            22.    0.00  18.55  18.55    2354.7   2367.6   2380.4
            70.    0.00  20.93  20.93    2087.6   2102.1   2116.6
PV =  82.00 (  0.00 )
            17.    0.00  20.21  20.21    4299.5   4327.3   4355.1
FINAIS
             5.    0.00  18.71  18.71    2334.8   2347.7   2360.7
            10.    0.00  18.97  18.97    2302.4   2315.5   2328.6
            17.    0.00  19.34  19.34    2259.0   2272.4   2285.8
            22.    0.00  19.60  19.60    2229.4   2243.0   2256.6
            70.    0.00  21.95  21.95    1991.4   2006.6   2021.8
PV =  82.00 (  0.00 )
            17.    0.00  20.72  20.72    4193.8   4222.3   4250.8
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  26.26  26.26    2397.2   2415.3   2433.4
            22.    0.00  27.17  27.17    2316.7   2335.5   2354.2
            70.    0.00  29.64  29.64    2124.8   2145.2   2165.6
PV =  82.00 (  0.00 )
            17.    0.00  28.91  28.91    4333.0   4372.6   4412.2
FINAIS
             5.    0.00  27.34  27.34    2303.1   2321.9   2340.8
            10.    0.00  27.61  27.61    2280.7   2299.7   2318.8
            17.    0.00  27.98  27.98    2250.4   2269.7   2289.0
            22.    0.00  28.24  28.24    2229.4   2248.9   2268.4
            70.    0.00  30.69  30.69    2053.1   2074.2   2095.3
PV =  82.00 (  0.00 )
            17.    0.00  29.43  29.43    4256.5   4296.8   4337.1
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kVJanaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO **AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **2229,4 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **82 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  CAL1*          998.0kcmil      61 fios     4 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   2229.4 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  36.47  36.47    2351.7   2376.8   2401.9
            22.    0.00  37.40  37.40    2293.7   2319.4   2345.1
            70.    0.00  39.93  39.93    2149.5   2176.8   2204.2
PV =  82.00 (  0.00 )
            17.    0.00  39.18  39.18    4355.8   4409.3   4462.8
FINAIS
             5.    0.00  37.56  37.56    2283.7   2309.5   2335.4
            10.    0.00  37.84  37.84    2267.4   2293.4   2319.4
            17.    0.00  38.21  38.22    2245.0   2271.3   2297.5
            22.    0.00  38.48  38.48    2229.4   2255.8   2282.3
            70.    0.00  40.99  40.99    2094.2   2122.3   2150.4
PV =  82.00 (  0.00 )
            17.    0.00  39.71  39.71    4298.1   4352.3   4406.5
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  48.29  48.29    2322.6   2355.7   2388.7
            22.    0.00  49.23  49.23    2278.7   2312.4   2346.0
            70.    0.00  51.80  51.80    2166.5   2201.9   2237.3
PV =  82.00 (  0.00 )
            17.    0.00  51.05  51.05    4372.0   4441.4   4510.7
FINAIS
             5.    0.00  49.39  49.39    2271.1   2304.9   2338.7
            10.    0.00  49.67  49.67    2258.6   2292.6   2326.6
            17.    0.00  50.05  50.05    2241.5   2275.7   2309.9
            22.    0.00  50.33  50.33    2229.4   2263.8   2298.2
            70.    0.00  52.88  52.88    2122.8   2158.8   2194.9
PV =  82.00 (  0.00 )
            17.    0.00  51.58  51.58    4327.0   4397.0   4467.1
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kVJanaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO **AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **2229,4 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **82 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                  FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  CAL1*          998.0kcmil      61 fios     4 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   2229.4 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  61.72  61.72    2302.8   2344.8   2386.9
            22.    0.00  62.67  62.67    2268.4   2311.0   2353.7
            70.    0.00  65.29  65.29    2178.7   2223.1   2267.4
PV =  82.00 (  0.00 )
            17.    0.00  64.52  64.52    4383.7   4470.9   4558.1
FINAIS
             5.    0.00  62.84  62.84    2262.4   2305.2   2347.9
            10.    0.00  63.12  63.12    2252.6   2295.5   2338.4
            17.    0.00  63.51  63.51    2239.0   2282.2   2325.3
            22.    0.00  63.78  63.78    2229.4   2272.8   2316.1
            70.    0.00  66.38  66.38    2143.3   2188.3   2233.4
PV =  82.00 (  0.00 )
            17.    0.00  65.06  65.07    4347.7   4435.6   4523.4
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,6 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **79 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 2/ 8/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BASICO
LT 500 KV - JANAÚBA 6 - CAPELINHA C1 C2
TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838

CABO: CAA 1120N 838.0kcmil 37fios 6 POR FASE
diâmetro = 26.78 mm coef. dilat.i =0.00002300 oC-1
área secção = 425.16 mm2 coef. dilat.f =0.00002300 oC-1
peso linear = 1.1710 kg/m mód. elast. i = 4829. kgf/mm2
carga rupt. = 9473. kgf mód. elast. f = 6526. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura =	15.0	oC	Temperatura =	0.0	oC
Pressão =	79.00	kgf/m2	Pressão =	0.00	kgf/m2
Carga =	2.4181	kgf/m	Carga =	0.0000	kgf/m

CADEIA:
Peso . . . = 0.00 kgf
Comprimento = 0.00 m
Área . . . = 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura =	15.0	oC	Temperatura =	0.0	oC
Pressão =	0.00	kgf/m2	Pressão =	0.00	kgf/m2
Carga =	0.00	kgf	Carga =	0.00	kgf

TEMPERATURA E D S = 21.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,6 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **79 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 2

PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838

CABO: CAA 1120N 838.0kcmil 37fios 6 POR FASE

PARTIDA: 1894.6 kgf = 20.00 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
21.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 300.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	5.18	5.18	2546.6	2549.6	2552.6
	21.	0.00	6.03	6.03	2185.1	2188.6	2192.2
	55.	0.00	7.48	7.48	1763.3	1767.7	1772.1
PV = 79.00 (0.00)							
	15.	0.00	7.47	7.47	3645.0	3654.0	3663.0
FINAIS							
	1.	0.00	6.03	6.03	2185.2	2188.7	2192.2
	6.	0.00	6.27	6.27	2103.2	2106.9	2110.5
	15.	0.00	6.68	6.68	1972.1	1976.0	1979.9
	21.	0.00	6.96	6.96	1894.7	1898.7	1902.8
	55.	0.00	8.42	8.42	1566.2	1571.1	1576.0
PV = 79.00 (0.00)							
	15.	0.00	7.91	7.91	3440.9	3450.4	3459.9

VÃO = 400.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	10.36	10.36	2263.5	2269.6	2275.6
	21.	0.00	11.36	11.36	2063.4	2070.0	2076.7
	55.	0.00	12.99	12.99	1805.6	1813.2	1820.8
PV = 79.00 (0.00)							
	15.	0.00	13.02	13.02	3720.2	3735.8	3751.5
FINAIS							
	1.	0.00	11.36	11.36	2063.4	2070.1	2076.7
	6.	0.00	11.62	11.62	2017.7	2024.4	2031.2
	15.	0.00	12.08	12.08	1941.5	1948.5	1955.5
	21.	0.00	12.38	12.38	1894.6	1901.9	1909.1
	55.	0.00	13.99	13.99	1677.0	1685.1	1693.2
PV = 79.00 (0.00)							
	15.	0.00	13.48	13.48	3592.3	3608.5	3624.7

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,6 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **79 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 3

PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838

CABO: CAA 1120N 838.0kcmil 37fios 6 POR FASE

PARTIDA: 1894.6 kgf = 20.00 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
21.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 500.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	FLECHA CADEIA	FLECHA COND	FLECHA TOTAL	TRAÇÃO HORIZ.	TRAÇÃO MÉDIA	TRAÇÃO SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	17.23	17.23	2127.0	2137.0	2147.0
	21.	0.00	18.30	18.30	2003.7	2014.3	2024.9
	55.	0.00	20.02	20.02	1831.8	1843.4	1855.0
PV = 79.00	(0.00)						
	15.	0.00	20.08	20.08	3771.6	3795.6	3819.7
FINAIS							
	1.	0.00	18.30	18.30	2003.7	2014.3	2025.0
	6.	0.00	18.56	18.56	1974.8	1985.6	1996.4
	15.	0.00	19.04	19.04	1925.6	1936.7	1947.8
	21.	0.00	19.35	19.35	1894.6	1905.9	1917.1
	55.	0.00	21.06	21.06	1742.0	1754.2	1766.4
PV = 79.00	(0.00)						
	15.	0.00	20.56	20.56	3684.4	3709.0	3733.6

VÃO = 600.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	FLECHA CADEIA	FLECHA COND	FLECHA TOTAL	TRAÇÃO HORIZ.	TRAÇÃO MÉDIA	TRAÇÃO SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	25.72	25.72	2053.8	2068.7	2083.7
	21.	0.00	26.81	26.81	1970.6	1986.2	2001.7
	55.	0.00	28.59	28.59	1848.4	1864.9	1881.5
PV = 79.00	(0.00)						
	15.	0.00	28.67	28.68	3806.2	3840.5	3874.7
FINAIS							
	1.	0.00	26.81	26.81	1970.7	1986.2	2001.8
	6.	0.00	27.08	27.08	1950.9	1966.5	1982.2
	15.	0.00	27.57	27.57	1916.6	1932.5	1948.5
	21.	0.00	27.89	27.89	1894.6	1910.8	1926.9
	55.	0.00	29.66	29.66	1782.6	1799.7	1816.8
PV = 79.00	(0.00)						
	15.	0.00	29.16	29.16	3743.3	3778.1	3812.9

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,6 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **79 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             21.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  35.80  35.80    2010.5   2031.2   2051.9
            21.    0.00  36.91  36.91    1950.6   1971.9   1993.2
            55.    0.00  38.73  38.73    1859.4   1881.7   1904.0
PV =  79.00 (  0.00 )
            15.    0.00  38.83  38.83    3830.1   3876.3   3922.5
FINAIS
             1.    0.00  36.91  36.91    1950.6   1971.9   1993.2
             6.    0.00  37.18  37.18    1936.2   1957.6   1979.1
            15.    0.00  37.68  37.68    1910.9   1932.7   1954.4
            21.    0.00  38.00  38.00    1894.6   1916.5   1938.4
            55.    0.00  39.81  39.81    1809.3   1832.2   1855.1
PV =  79.00 (  0.00 )
            15.    0.00  39.32  39.32    3782.6   3829.4   3876.1
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  47.47  47.47    1982.8   2010.1   2037.4
            21.    0.00  48.59  48.59    1937.5   1965.4   1993.3
            55.    0.00  50.44  50.44    1867.0   1895.9   1924.8
PV =  79.00 (  0.00 )
            15.    0.00  50.55  50.55    3847.0   3906.9   3966.7
FINAIS
             1.    0.00  48.59  48.59    1937.5   1965.5   1993.4
             6.    0.00  48.87  48.87    1926.5   1954.6   1982.7
            15.    0.00  49.37  49.37    1907.2   1935.5   1963.9
            21.    0.00  49.70  49.70    1894.6   1923.1   1951.7
            55.    0.00  51.54  51.54    1827.6   1857.1   1886.7
PV =  79.00 (  0.00 )
            15.    0.00  51.05  51.05    3810.0   3870.4   3930.9
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO	**AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**1894,6 kgf, a 21°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**79 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 5

PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838

CABO: CAA 1120N 838.0kcmil 37fios 6 POR FASE

PARTIDA: 1894.6 kgf = 20.00 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
21.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 900.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	FLECHAS CADEIA	FLECHAS COND	FLECHAS TOTAL	TRAÇÕES HORIZ.	TRAÇÕES MÉDIA	TRAÇÕES SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	60.73	60.73	1964.0	1998.7	2033.5
	21.	0.00	61.86	61.86	1928.6	1963.9	1999.3
	55.	0.00	63.74	63.74	1872.4	1908.7	1945.1
PV = 79.00 (0.00)							
	15.	0.00	63.86	63.86	3859.4	3934.6	4009.8
FINAIS							
	1.	0.00	61.86	61.86	1928.6	1963.9	1999.3
	6.	0.00	62.14	62.14	1919.9	1955.4	1990.9
	15.	0.00	62.65	62.65	1904.6	1940.4	1976.2
	21.	0.00	62.98	62.98	1894.6	1930.6	1966.5
	55.	0.00	64.85	64.85	1840.7	1877.7	1914.6
PV = 79.00 (0.00)							
	15.	0.00	64.36	64.36	3829.7	3905.5	3981.3

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2,CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,2 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **120 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 2/ 8/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BASICO
LT 500 KV - CAPELINHA 3 - GOV VALADARES 6 C1 C2
TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838

CABO: CAA 1120N 838.0kcmil 37fios 6 POR FASE
diâmetro = 26.78 mm coef. dilat.i =0.00002300 oC-1
área secção = 425.16 mm2 coef. dilat.f =0.00002300 oC-1
peso linear = 1.1710 kg/m mód. elast. i = 4829. kgf/mm2
carga rupt. = 9473. kgf mód. elast. f = 6526. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura =	15.0	oC	Temperatura =	0.0	oC
Pressão =	120.00	kgf/m2	Pressão =	0.00	kgf/m2
Carga =	3.4203	kgf/m	Carga =	0.0000	kgf/m

CADEIA:
Peso . . . = 0.00 kgf
Comprimento = 0.00 m
Área . . . = 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura =	15.0	oC	Temperatura =	0.0	oC
Pressão =	0.00	kgf/m2	Pressão =	0.00	kgf/m2
Carga =	0.00	kgf	Carga =	0.00	kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2,CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,2 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **120 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 2

PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838

CABO: CAA 1120N 838.0kcmil 37fios 6 POR FASE

PARTIDA: 1894.6 kgf = 20.00 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
22.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 300.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	5.13	5.13	2567.4	2570.4	2573.4
	22.	0.00	6.03	6.03	2185.0	2188.5	2192.1
	55.	0.00	7.44	7.44	1773.1	1777.5	1781.8
PV = 120.00 (0.00)							
	15.	0.00	8.40	8.40	4586.3	4600.6	4614.9
FINAIS							
	1.	0.00	5.98	5.98	2202.4	2205.9	2209.4
	6.	0.00	6.22	6.22	2119.0	2122.7	2126.3
	15.	0.00	6.64	6.64	1985.7	1989.5	1993.4
	22.	0.00	6.96	6.96	1894.6	1898.7	1902.8
	55.	0.00	8.38	8.38	1573.8	1578.7	1583.6
PV = 120.00 (0.00)							
	15.	0.00	8.62	8.62	4466.8	4481.5	4496.1

VÃO = 400.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	10.30	10.30	2274.8	2280.8	2286.8
	22.	0.00	11.36	11.36	2063.4	2070.0	2076.7
	55.	0.00	12.94	12.94	1812.0	1819.6	1827.1
PV = 120.00 (0.00)							
	15.	0.00	14.17	14.17	4834.8	4858.8	4882.9
FINAIS							
	1.	0.00	11.31	11.31	2072.9	2079.5	2086.1
	6.	0.00	11.57	11.57	2026.6	2033.4	2040.1
	15.	0.00	12.03	12.03	1949.5	1956.5	1963.6
	22.	0.00	12.38	12.38	1894.7	1901.9	1909.1
	55.	0.00	13.94	13.94	1682.4	1690.5	1698.7
PV = 120.00 (0.00)							
	15.	0.00	14.36	14.36	4772.8	4797.2	4821.5

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2,CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,2 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **120 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  17.18  17.18    2133.7   2143.7   2153.7
            22.    0.00  18.30  18.30    2003.6   2014.3   2024.9
            55.    0.00  19.97  19.97    1836.2   1847.8   1859.4
PV = 120.00 (  0.00 )
            15.    0.00  21.40  21.40    5006.9   5043.1   5079.3
FINAIS
             1.    0.00  18.24  18.24    2009.6   2020.2   2030.8
             6.    0.00  18.51  18.51    1980.5   1991.3   2002.0
            15.    0.00  18.99  18.99    1930.9   1942.0   1953.0
            22.    0.00  19.35  19.35    1894.6   1905.9   1917.1
            55.    0.00  21.01  21.01    1746.0   1758.2   1770.4
PV = 120.00 (  0.00 )
            15.    0.00  21.55  21.55    4972.4   5008.9   5045.4
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  25.66  25.66    2058.3   2073.1   2088.0
            22.    0.00  26.81  26.81    1970.6   1986.2   2001.7
            55.    0.00  28.54  28.54    1851.7   1868.2   1884.7
PV = 120.00 (  0.00 )
            15.    0.00  30.12  30.12    5127.1   5178.0   5228.8
FINAIS
             1.    0.00  26.76  26.76    1974.7   1990.2   2005.7
             6.    0.00  27.03  27.03    1954.8   1970.4   1986.1
            15.    0.00  27.52  27.52    1920.3   1936.2   1952.2
            22.    0.00  27.89  27.89    1894.6   1910.8   1926.9
            55.    0.00  29.61  29.61    1785.6   1802.7   1819.8
PV = 120.00 (  0.00 )
            15.    0.00  30.24  30.24    5106.8   5157.8   5208.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2,CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,2 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **120 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  35.74  35.74    2013.7   2034.3   2054.9
            22.    0.00  36.91  36.91    1950.6   1971.9   1993.2
            55.    0.00  38.68  38.68    1861.9   1884.2   1906.5
PV = 120.00 (  0.00 )
            15.    0.00  40.37  40.37    5212.8   5280.6   5348.4
FINAIS
             1.    0.00  36.85  36.85    1953.5   1974.8   1996.1
             6.    0.00  37.13  37.13    1939.0   1960.4   1981.9
            15.    0.00  37.62  37.62    1913.7   1935.4   1957.1
            22.    0.00  38.00  38.00    1894.6   1916.5   1938.4
            55.    0.00  39.76  39.76    1811.6   1834.5   1857.4
PV = 120.00 (  0.00 )
            15.    0.00  40.46  40.46    5200.1   5268.1   5336.1
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  47.41  47.41    1985.1   2012.4   2039.7
            22.    0.00  48.59  48.59    1937.5   1965.4   1993.3
            55.    0.00  50.39  50.39    1868.9   1897.8   1926.7
PV = 120.00 (  0.00 )
            15.    0.00  52.16  52.16    5275.2   5362.5   5449.8
FINAIS
             1.    0.00  48.53  48.53    1939.8   1967.6   1995.5
             6.    0.00  48.81  48.81    1928.7   1956.8   1984.8
            15.    0.00  49.31  49.31    1909.3   1937.6   1965.9
            22.    0.00  49.70  49.70    1894.6   1923.1   1951.7
            55.    0.00  51.49  51.49    1829.5   1859.0   1888.5
PV = 120.00 (  0.00 )
            15.    0.00  52.24  52.24    5267.0   5354.4   5441.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2,CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,2 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **120 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  60.67  60.67    1965.8   2000.5   2035.2
            22.    0.00  61.86  61.86    1928.6   1963.9   1999.3
            55.    0.00  63.69  63.69    1873.9   1910.3   1946.6
PV = 120.00 (  0.00 )
            15.    0.00  65.53  65.53    5321.7   5430.8   5539.8
FINAIS
             1.    0.00  61.80  61.80    1930.3   1965.6   2001.0
             6.    0.00  62.09  62.09    1921.6   1957.1   1992.6
            15.    0.00  62.59  62.59    1906.3   1942.0   1977.8
            22.    0.00  62.98  62.98    1894.6   1930.6   1966.5
            55.    0.00  64.80  64.80    1842.2   1879.2   1916.1
PV = 120.00 (  0.00 )
            15.    0.00  65.60  65.60    5316.2   5425.4   5534.5
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **90 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 29/ 8/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BASICO
LT 500 KV - CAPELINHA 3 - GOV VALADARES 6 C1 C2
TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838

CABO: CAA 1120N 838.0kcmil 37fios 6 POR FASE
diâmetro = 26.78 mm coef. dilat.i =0.00002300 oC-1
área secção = 425.16 mm2 coef. dilat.f =0.00002300 oC-1
peso linear = 1.1710 kg/m mód. elast. i = 4829. kgf/mm2
carga rupt. = 9473. kgf mód. elast. f = 6526. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura =	15.0	oC	Temperatura =	0.0	oC
Pressão =	90.00	kgf/m2	Pressão =	0.00	kgf/m2
Carga =	2.6796	kgf/m	Carga =	0.0000	kgf/m

CADEIA:
Peso . . . = 0.00 kgf
Comprimento = 0.00 m
Área . . . = 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura =	15.0	oC	Temperatura =	0.0	oC
Pressão =	0.00	kgf/m2	Pressão =	0.00	kgf/m2
Carga =	0.00	kgf	Carga =	0.00	kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **90 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 2

PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838

CABO: CAA 1120N 838.0kcmil 37fios 6 POR FASE

PARTIDA: 1894.6 kgf = 20.00 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
22.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 300.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	5.13	5.13	2567.4	2570.4	2573.4
	22.	0.00	6.03	6.03	2185.0	2188.5	2192.1
	55.	0.00	7.44	7.44	1773.1	1777.5	1781.8
PV = 90.00 (0.00)							
	15.	0.00	7.71	7.71	3913.6	3923.8	3934.1
FINAIS							
	1.	0.00	5.98	5.98	2202.4	2205.9	2209.4
	6.	0.00	6.22	6.22	2119.0	2122.7	2126.3
	15.	0.00	6.64	6.64	1985.7	1989.6	1993.5
	22.	0.00	6.96	6.96	1894.6	1898.7	1902.8
	55.	0.00	8.38	8.38	1573.8	1578.7	1583.6
PV = 90.00 (0.00)							
	15.	0.00	8.09	8.09	3731.5	3742.3	3753.1

VÃO = 400.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	10.30	10.30	2274.8	2280.8	2286.8
	22.	0.00	11.36	11.36	2063.4	2070.0	2076.7
	55.	0.00	12.94	12.94	1812.0	1819.6	1827.1
PV = 90.00 (0.00)							
	15.	0.00	13.31	13.31	4031.5	4049.2	4066.9
FINAIS							
	1.	0.00	11.31	11.31	2072.9	2079.5	2086.1
	6.	0.00	11.57	11.57	2026.6	2033.3	2040.1
	15.	0.00	12.03	12.03	1949.6	1956.6	1963.6
	22.	0.00	12.38	12.38	1894.6	1901.9	1909.1
	55.	0.00	13.94	13.94	1682.4	1690.5	1698.6
PV = 90.00 (0.00)							
	15.	0.00	13.69	13.69	3919.5	3937.7	3956.0

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **90 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  17.18  17.18    2133.7   2143.7   2153.7
            22.    0.00  18.30  18.30    2003.6   2014.3   2024.9
            55.    0.00  19.97  19.97    1836.2   1847.8   1859.4
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  20.41  20.41    4111.5   4138.6   4165.7
FINAIS
             1.    0.00  18.24  18.24    2009.6   2020.2   2030.8
             6.    0.00  18.51  18.51    1980.5   1991.3   2002.0
            15.    0.00  18.99  18.99    1930.9   1942.0   1953.0
            22.    0.00  19.35  19.35    1894.6   1905.9   1917.1
            55.    0.00  21.01  21.01    1746.0   1758.2   1770.4
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  20.79  20.79    4036.4   4064.0   4091.6
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  25.66  25.66    2058.3   2073.1   2088.0
            22.    0.00  26.81  26.81    1970.6   1986.2   2001.7
            55.    0.00  28.54  28.54    1851.7   1868.2   1884.7
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  29.04  29.04    4165.8   4204.2   4242.6
FINAIS
             1.    0.00  26.76  26.76    1974.7   1990.2   2005.7
             6.    0.00  27.03  27.03    1954.8   1970.4   1986.1
            15.    0.00  27.52  27.52    1920.3   1936.2   1952.2
            22.    0.00  27.89  27.89    1894.6   1910.8   1926.9
            55.    0.00  29.61  29.61    1785.6   1802.7   1819.8
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  29.42  29.42    4112.1   4151.0   4190.0
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **90 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  35.74  35.74    2013.7   2034.3   2054.9
            22.    0.00  36.91  36.91    1950.6   1971.9   1993.2
            55.    0.00  38.68  38.68    1861.9   1884.2   1906.5
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  39.21  39.21    4203.4   4255.1   4306.8
FINAIS
             1.    0.00  36.85  36.85    1953.5   1974.8   1996.1
             6.    0.00  37.13  37.13    1939.0   1960.5   1981.9
            15.    0.00  37.62  37.62    1913.7   1935.4   1957.1
            22.    0.00  38.00  38.00    1894.6   1916.5   1938.4
            55.    0.00  39.76  39.76    1811.6   1834.5   1857.4
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  39.59  39.59    4163.3   4215.4   4267.6
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  47.41  47.41    1985.1   2012.4   2039.7
            22.    0.00  48.59  48.59    1937.5   1965.4   1993.3
            55.    0.00  50.39  50.39    1868.9   1897.8   1926.7
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  50.95  50.95    4230.3   4297.1   4363.9
FINAIS
             1.    0.00  48.53  48.53    1939.8   1967.6   1995.5
             6.    0.00  48.81  48.81    1928.7   1956.8   1984.8
            15.    0.00  49.31  49.31    1909.3   1937.6   1965.9
            22.    0.00  49.70  49.70    1894.6   1923.1   1951.7
            55.    0.00  51.49  51.49    1829.5   1859.0   1888.5
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  51.33  51.33    4199.2   4266.5   4333.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO	**AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)	**90 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  60.67  60.67    1965.8   2000.5   2035.2
            22.    0.00  61.86  61.86    1928.6   1963.9   1999.3
            55.    0.00  63.69  63.69    1873.9   1910.3   1946.6
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  64.27  64.27    4249.9   4333.8   4417.7
FINAIS
             1.    0.00  61.80  61.80    1930.3   1965.6   2001.0
             6.    0.00  62.09  62.09    1921.6   1957.1   1992.6
            15.    0.00  62.59  62.59    1906.3   1942.1   1977.8
            22.    0.00  62.98  62.98    1894.6   1930.6   1966.5
            55.    0.00  64.80  64.80    1842.2   1879.2   1916.1
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  64.65  64.65    4225.1   4309.5   4393.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO	**AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**120 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 2/ 8/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BASICO
LT 500 KV - JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 C1
TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838

CABO: CAA 1120N 838.0kcmil 37fios 6 POR FASE
diâmetro = 26.78 mm coef. dilat.i =0.00002300 oC-1
área secção = 425.16 mm2 coef. dilat.f =0.00002300 oC-1
peso linear = 1.1710 kg/m mód. elast. i = 4829. kgf/mm2
carga rupt. = 9473. kgf mód. elast. f = 6526. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura =	17.0	oC	Temperatura =	0.0	oC
Pressão =	120.00	kgf/m2	Pressão =	0.00	kgf/m2
Carga =	3.4203	kgf/m	Carga =	0.0000	kgf/m

CADEIA:
Peso . . . = 0.00 kgf
Comprimento = 0.00 m
Área . . . = 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura =	17.0	oC	Temperatura =	0.0	oC
Pressão =	0.00	kgf/m2	Pressão =	0.00	kgf/m2
Carga =	0.00	kgf	Carga =	0.00	kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO — **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA — **1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) — **120 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00   5.18   5.18    2546.6   2549.6   2552.6
            22.    0.00   6.03   6.03    2185.1   2188.6   2192.2
            55.    0.00   7.44   7.44    1773.1   1777.5   1781.8
PV = 120.00 (  0.00 )
            17.    0.00   8.46   8.46    4553.6   4568.0   4582.4
FINAIS
             2.    0.00   6.03   6.03    2185.2   2188.7   2192.2
             7.    0.00   6.27   6.27    2103.2   2106.9   2110.5
            17.    0.00   6.73   6.73    1958.6   1962.5   1966.5
            22.    0.00   6.96   6.96    1894.7   1898.7   1902.8
            55.    0.00   8.38   8.38    1573.8   1578.7   1583.6
PV = 120.00 (  0.00 )
            17.    0.00   8.69   8.69    4432.8   4447.6   4462.4
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  10.36  10.36    2263.5   2269.6   2275.6
            22.    0.00  11.36  11.36    2063.4   2070.0   2076.7
            55.    0.00  12.94  12.94    1812.0   1819.6   1827.1
PV = 120.00 (  0.00 )
            17.    0.00  14.24  14.24    4810.3   4834.5   4858.7
FINAIS
             2.    0.00  11.36  11.36    2063.4   2070.1   2076.7
             7.    0.00  11.62  11.62    2017.6   2024.4   2031.2
            17.    0.00  12.13  12.13    1933.5   1940.5   1947.6
            22.    0.00  12.38  12.38    1894.7   1901.9   1909.1
            55.    0.00  13.94  13.94    1682.4   1690.5   1698.6
PV = 120.00 (  0.00 )
            17.    0.00  14.43  14.43    4747.4   4771.9   4796.4
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **120 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  17.23  17.23    2127.0   2137.0   2147.0
            22.    0.00  18.30  18.30    2003.7   2014.3   2024.9
            55.    0.00  19.97  19.97    1836.3   1847.8   1859.4
PV = 120.00 (  0.00 )
            17.    0.00  21.48  21.48    4988.0   5024.4   5060.8
FINAIS
             2.    0.00  18.30  18.30    2003.7   2014.3   2025.0
             7.    0.00  18.56  18.56    1974.8   1985.6   1996.4
            17.    0.00  19.09  19.09    1920.4   1931.5   1942.5
            22.    0.00  19.35  19.35    1894.6   1905.9   1917.1
            55.    0.00  21.01  21.01    1746.0   1758.2   1770.4
PV = 120.00 (  0.00 )
            17.    0.00  21.63  21.63    4952.9   4989.5   5026.1
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  25.72  25.72    2053.8   2068.7   2083.7
            22.    0.00  26.81  26.81    1970.6   1986.2   2001.7
            55.    0.00  28.54  28.54    1851.7   1868.2   1884.7
PV = 120.00 (  0.00 )
            17.    0.00  30.21  30.21    5112.3   5163.3   5214.3
FINAIS
             2.    0.00  26.81  26.81    1970.7   1986.2   2001.8
             7.    0.00  27.08  27.08    1950.9   1966.5   1982.2
            17.    0.00  27.62  27.63    1912.9   1928.9   1944.9
            22.    0.00  27.89  27.89    1894.6   1910.8   1926.9
            55.    0.00  29.61  29.61    1785.6   1802.7   1819.8
PV = 120.00 (  0.00 )
            17.    0.00  30.33  30.33    5091.5   5142.6   5193.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO — **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA — **1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) — **120 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 4

PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838

CABO: CAA 1120N 838.0kcmil 37fios 6 POR FASE

PARTIDA: 1894.6 kgf = 20.00 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
22.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 700.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	FLECHAS CADEIA	FLECHAS COND	FLECHAS TOTAL	TRAÇÕES HORIZ.	TRAÇÕES MÉDIA	TRAÇÕES SUPORTE
INICIAIS	2.	0.00	35.80	35.80	2010.5	2031.2	2051.9
	22.	0.00	36.91	36.91	1950.6	1971.9	1993.2
	55.	0.00	38.68	38.68	1861.9	1884.2	1906.5
PV = 120.00	(0.00)						
	17.	0.00	40.46	40.46	5200.9	5268.9	5336.9
FINAIS							
	2.	0.00	36.91	36.91	1950.6	1971.9	1993.2
	7.	0.00	37.18	37.18	1936.2	1957.6	1979.1
	17.	0.00	37.73	37.73	1908.2	1929.9	1951.7
	22.	0.00	38.00	38.00	1894.6	1916.5	1938.4
	55.	0.00	39.76	39.76	1811.6	1834.5	1857.4
PV = 120.00	(0.00)						
	17.	0.00	40.56	40.56	5187.9	5256.0	5324.2

VÃO = 800.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	FLECHAS CADEIA	FLECHAS COND	FLECHAS TOTAL	TRAÇÕES HORIZ.	TRAÇÕES MÉDIA	TRAÇÕES SUPORTE
INICIAIS	2.	0.00	47.47	47.47	1982.8	2010.1	2037.4
	22.	0.00	48.59	48.59	1937.5	1965.4	1993.3
	55.	0.00	50.39	50.39	1868.9	1897.8	1926.7
PV = 120.00	(0.00)						
	17.	0.00	52.26	52.26	5265.5	5352.9	5440.3
FINAIS							
	2.	0.00	48.59	48.59	1937.5	1965.5	1993.4
	7.	0.00	48.87	48.87	1926.6	1954.6	1982.7
	17.	0.00	49.42	49.42	1905.1	1933.5	1961.8
	22.	0.00	49.70	49.70	1894.6	1923.1	1951.7
	55.	0.00	51.49	51.49	1829.5	1859.0	1888.5
PV = 120.00	(0.00)						
	17.	0.00	52.34	52.34	5257.1	5344.7	5432.2

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO	**AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**120 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  60.73  60.73    1964.0   1998.7   2033.5
            22.    0.00  61.86  61.86    1928.6   1963.9   1999.3
            55.    0.00  63.69  63.69    1873.9   1910.3   1946.6
PV = 120.00 (  0.00 )
            17.    0.00  65.63  65.63    5313.7   5422.9   5532.1
FINAIS
             2.    0.00  61.86  61.86    1928.6   1963.9   1999.3
             7.    0.00  62.14  62.14    1919.9   1955.4   1990.9
            17.    0.00  62.70  62.70    1902.9   1938.7   1974.6
            22.    0.00  62.98  62.98    1894.6   1930.6   1966.5
            55.    0.00  64.80  64.80    1842.2   1879.2   1916.1
PV = 120.00 (  0.00 )
            17.    0.00  65.70  65.70    5308.0   5417.3   5526.7
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO	**AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)	**90 kgf/m²**

```
                              F  L  E  T  R  A

                        ESTUDO  DE  FLECHAS  E  TRAÇÕES
-----------------------------------------------------------------------
ENGEPRO ENGENHARIA                                DATA: 29/ 8/2022

                                                          PÁGINA       1
-----------------------------------------------------------------------

PROJETO: PROJETO BASICO
         LT 500 KV - JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 C1
         TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-----------------------------------------------------------------------

CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
      diâmetro    =   26.78 mm     coef. dilat.i =0.00002300 oC-1
      área secção =  425.16 mm2    coef. dilat.f =0.00002300 oC-1
      peso linear =  1.1710 kg/m   mód. elast. i =  4829. kgf/mm2
      carga rupt. =   9473. kgf    mód. elast. f =  6526. kgf/mm2

   VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:
      CONDIÇÃO  1 :                  CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   17.0  oC       Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =   90.00 kgf/m2   Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =  2.6796 kgf/m    Carga       =  0.0000 kgf/m


CADEIA:
      Peso . . .  =    0.00 kgf
      Comprimento =    0.00 m
      Área . . .  =    0.00 m2

   VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:
      CONDIÇÃO  1 :                  CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   17.0  oC       Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =    0.00 kgf/m2   Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =    0.00 kgf      Carga       =    0.00 kgf


TEMPERATURA  E D S =   22.0 oC


EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.


OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO — **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA — **1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) — **90 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00   5.18   5.18    2546.6   2549.6   2552.6
            22.    0.00   6.03   6.03    2185.1   2188.6   2192.2
            55.    0.00   7.44   7.44    1773.1   1777.5   1781.8
PV =  90.00 (  0.00 )
            17.    0.00   7.78   7.78    3880.5   3890.9   3901.3
FINAIS
             2.    0.00   6.03   6.03    2185.2   2188.7   2192.2
             7.    0.00   6.27   6.27    2103.2   2106.9   2110.5
            17.    0.00   6.73   6.73    1958.6   1962.5   1966.5
            22.    0.00   6.96   6.96    1894.7   1898.7   1902.8
            55.    0.00   8.38   8.38    1573.8   1578.7   1583.6
PV =  90.00 (  0.00 )
            17.    0.00   8.16   8.16    3698.9   3709.8   3720.7
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  10.36  10.36    2263.5   2269.6   2275.6
            22.    0.00  11.36  11.36    2063.4   2070.0   2076.7
            55.    0.00  12.94  12.94    1812.0   1819.6   1827.1
PV =  90.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.39  13.39    4008.0   4025.9   4043.7
FINAIS
             2.    0.00  11.36  11.36    2063.5   2070.1   2076.7
             7.    0.00  11.62  11.62    2017.7   2024.4   2031.2
            17.    0.00  12.13  12.13    1933.4   1940.5   1947.6
            22.    0.00  12.38  12.38    1894.7   1901.9   1909.1
            55.    0.00  13.94  13.94    1682.4   1690.5   1698.7
PV =  90.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.78  13.78    3896.1   3914.5   3932.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **90 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 3

PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838

CABO: CAA 1120N 838.0kcmil 37fios 6 POR FASE

PARTIDA: 1894.6 kgf = 20.00 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
22.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 500.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	FLECHA CADEIA	FLECHA COND	FLECHA TOTAL	TRAÇÃO HORIZ.	TRAÇÃO MÉDIA	TRAÇÃO SUPORTE
INICIAIS	2.	0.00	17.23	17.23	2127.0	2137.0	2147.0
	22.	0.00	18.30	18.30	2003.7	2014.3	2024.9
	55.	0.00	19.97	19.97	1836.3	1847.8	1859.4
PV = 90.00	(0.00)						
	17.	0.00	20.50	20.50	4094.1	4121.4	4148.6
FINAIS							
	2.	0.00	18.30	18.30	2003.7	2014.3	2025.0
	7.	0.00	18.56	18.56	1974.8	1985.6	1996.4
	17.	0.00	19.09	19.09	1920.4	1931.5	1942.6
	22.	0.00	19.35	19.35	1894.6	1905.9	1917.1
	55.	0.00	21.01	21.01	1746.0	1758.2	1770.4
PV = 90.00	(0.00)						
	17.	0.00	20.88	20.88	4019.0	4046.7	4074.5

VÃO = 600.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	FLECHA CADEIA	FLECHA COND	FLECHA TOTAL	TRAÇÃO HORIZ.	TRAÇÃO MÉDIA	TRAÇÃO SUPORTE
INICIAIS	2.	0.00	25.72	25.72	2053.8	2068.7	2083.7
	22.	0.00	26.81	26.81	1970.6	1986.2	2001.7
	55.	0.00	28.54	28.54	1851.7	1868.2	1884.7
PV = 90.00	(0.00)						
	17.	0.00	29.13	29.13	4152.6	4191.1	4229.7
FINAIS							
	2.	0.00	26.81	26.81	1970.7	1986.2	2001.8
	7.	0.00	27.08	27.08	1950.9	1966.5	1982.2
	17.	0.00	27.62	27.63	1912.9	1928.9	1944.8
	22.	0.00	27.89	27.89	1894.6	1910.8	1926.9
	55.	0.00	29.61	29.61	1785.6	1802.7	1819.8
PV = 90.00	(0.00)						
	17.	0.00	29.51	29.51	4098.8	4137.9	4176.9

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO — **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA — **1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) — **90 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  35.80  35.80    2010.5   2031.2   2051.9
            22.    0.00  36.91  36.91    1950.6   1971.9   1993.2
            55.    0.00  38.68  38.68    1861.9   1884.2   1906.5
PV =  90.00 (  0.00 )
            17.    0.00  39.31  39.31    4193.1   4244.9   4296.7
FINAIS
             2.    0.00  36.91  36.91    1950.6   1971.9   1993.2
             7.    0.00  37.18  37.18    1936.2   1957.6   1979.1
            17.    0.00  37.73  37.73    1908.2   1929.9   1951.7
            22.    0.00  38.00  38.00    1894.6   1916.5   1938.4
            55.    0.00  39.76  39.76    1811.6   1834.5   1857.4
PV =  90.00 (  0.00 )
            17.    0.00  39.69  39.69    4152.9   4205.2   4257.5
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  47.47  47.47    1982.8   2010.1   2037.4
            22.    0.00  48.59  48.59    1937.5   1965.4   1993.3
            55.    0.00  50.39  50.39    1868.9   1897.8   1926.7
PV =  90.00 (  0.00 )
            17.    0.00  51.05  51.05    4222.0   4288.9   4355.9
FINAIS
             2.    0.00  48.59  48.59    1937.5   1965.5   1993.4
             7.    0.00  48.87  48.87    1926.5   1954.6   1982.7
            17.    0.00  49.42  49.42    1905.1   1933.5   1961.8
            22.    0.00  49.70  49.70    1894.6   1923.1   1951.7
            55.    0.00  51.49  51.49    1829.5   1859.0   1888.5
PV =  90.00 (  0.00 )
            17.    0.00  51.43  51.43    4190.8   4258.3   4325.7
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 838 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1894,6 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **90 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                  FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  60.73  60.73    1964.0   1998.7   2033.5
            22.    0.00  61.86  61.86    1928.6   1963.9   1999.3
            55.    0.00  63.69  63.69    1873.9   1910.3   1946.6
PV =  90.00 (  0.00 )
            17.    0.00  64.37  64.37    4243.1   4327.1   4411.1
FINAIS
             2.    0.00  61.86  61.86    1928.6   1963.9   1999.3
             7.    0.00  62.14  62.14    1919.9   1955.4   1990.9
            17.    0.00  62.70  62.70    1902.9   1938.7   1974.6
            22.    0.00  62.98  62.98    1894.6   1930.6   1966.5
            55.    0.00  64.80  64.80    1842.2   1879.2   1916.1
PV =  90.00 (  0.00 )
            17.    0.00  64.76  64.76    4218.3   4302.8   4387.3
-------------------------------------------------------------------
```

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **2229,4 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **122 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 1/ 9/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BÁSICO
LT 345 kV VIANA 2 - VIANA C3
CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998

CABO: CAA CAL1* 998.0kcmil 61 fios 4 POR FASE
diâmetro = 29.25 mm coef. dilat.i =0.00002300 oC-1
área secção = 506.04 mm2 coef. dilat.f =0.00002300 oC-1
peso linear = 1.3952 kg/m mód. elast. i = 4829. kgf/mm2
carga rupt. = 11147. kgf mód. elast. f = 6526. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura	= 19.0	oC	Temperatura	= 0.0	oC
Pressão	= 122.00	kgf/m2	Pressão	= 0.00	kgf/m2
Carga	= 3.8316	kgf/m	Carga	= 0.0000	kgf/m

CADEIA:
Peso . . . = 0.00 kgf
Comprimento = 0.00 m
Área . . . = 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura	= 19.0	oC	Temperatura	= 0.0	oC
Pressão	= 0.00	kgf/m2	Pressão	= 0.00	kgf/m2
Carga	= 0.00	kgf	Carga	= 0.00	kgf

TEMPERATURA E D S = 23.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **2229,4 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **122 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 2

PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998

CABO: CAA CAL1* 998.0kcmil 61 fios 4 POR FASE

PARTIDA: 2229.4 kgf = 20.00 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
23.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 300.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	FLECHA CADEIA	FLECHA COND	FLECHA TOTAL	TRAÇÃO HORIZ.	TRAÇÃO MÉDIA	TRAÇÃO SUPORTE
INICIAIS	5.	0.00	5.35	5.35	2934.9	2938.7	2942.4
	23.	0.00	6.12	6.12	2564.5	2568.8	2573.0
	70.	0.00	8.09	8.09	1941.7	1947.3	1952.9
PV = 122.00 (0.00)							
	19.	0.00	8.38	8.38	5149.6	5165.6	5181.5
FINAIS							
	5.	0.00	6.22	6.22	2525.9	2530.2	2534.5
	10.	0.00	6.45	6.45	2434.5	2439.0	2443.5
	19.	0.00	6.86	6.86	2288.1	2292.9	2297.7
	23.	0.00	7.05	7.05	2229.5	2234.4	2239.3
	70.	0.00	9.02	9.02	1743.1	1749.3	1755.6
PV = 122.00 (0.00)							
	19.	0.00	8.65	8.65	4988.4	5004.9	5021.4

VÃO = 400.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	FLECHA CADEIA	FLECHA COND	FLECHA TOTAL	TRAÇÃO HORIZ.	TRAÇÃO MÉDIA	TRAÇÃO SUPORTE
INICIAIS	5.	0.00	10.63	10.63	2628.2	2635.6	2642.9
	23.	0.00	11.53	11.53	2423.6	2431.6	2439.6
	70.	0.00	13.73	13.73	2035.5	2045.0	2054.6
PV = 122.00 (0.00)							
	19.	0.00	14.18	14.18	5412.4	5439.4	5466.4
FINAIS							
	5.	0.00	11.63	11.63	2402.2	2410.3	2418.4
	10.	0.00	11.88	11.88	2350.8	2359.0	2367.3
	19.	0.00	12.33	12.34	2265.0	2273.6	2282.1
	23.	0.00	12.53	12.53	2229.4	2238.1	2246.8
	70.	0.00	14.71	14.71	1900.5	1910.6	1920.8
PV = 122.00 (0.00)							
	19.	0.00	14.42	14.42	5321.6	5349.1	5376.5

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **2229,4 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **122 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-----------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998
-----------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  CAL1*          998.0kcmil      61 fios     4 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   2229.4 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             23.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  450.00  m    CREEP =  20.00 oC
-----------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-----------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  13.91  13.91    2542.4   2552.0   2561.7
            23.    0.00  14.84  14.84    2383.7   2394.0   2404.3
            70.    0.00  17.12  17.12    2067.3   2079.2   2091.0
PV = 122.00 (  0.00 )
            19.    0.00  17.64  17.64    5510.7   5544.2   5577.7
FINAIS
             5.    0.00  14.94  14.94    2367.0   2377.4   2387.7
            10.    0.00  15.20  15.20    2326.5   2337.1   2347.6
            19.    0.00  15.66  15.66    2258.2   2269.0   2279.9
            23.    0.00  15.87  15.87    2229.5   2240.5   2251.5
            70.    0.00  18.11  18.12    1953.7   1966.3   1978.8
PV = 122.00 (  0.00 )
            19.    0.00  17.86  17.87    5440.1   5474.1   5508.0
-----------------------------------------------------------------------


VÃO =  500.00  m    CREEP =  20.00 oC
-----------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-----------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  17.60  17.60    2481.1   2493.3   2505.5
            23.    0.00  18.55  18.55    2354.7   2367.6   2380.4
            70.    0.00  20.89  20.89    2092.3   2106.8   2121.2
PV = 122.00 (  0.00 )
            19.    0.00  21.47  21.47    5591.7   5632.4   5673.2
FINAIS
             5.    0.00  18.66  18.66    2341.4   2354.3   2367.2
            10.    0.00  18.92  18.92    2308.8   2321.9   2334.9
            19.    0.00  19.39  19.39    2253.0   2266.4   2279.8
            23.    0.00  19.60  19.60    2229.4   2243.0   2256.6
            70.    0.00  21.90  21.90    1995.7   2010.8   2026.0
PV = 122.00 (  0.00 )
            19.    0.00  21.68  21.68    5536.0   5577.1   5618.2
-----------------------------------------------------------------------
```

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO — **AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA — **2229,4 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) — **122 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  CAL1*          998.0kcmil      61 fios     4 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   2229.4 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             23.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  600.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  26.20  26.20    2402.1   2420.2   2438.3
            23.    0.00  27.17  27.17    2316.8   2335.5   2354.3
            70.    0.00  29.59  29.59    2128.3   2148.7   2169.1
PV = 122.00 (  0.00 )
            19.    0.00  30.27  30.27    5715.5   5772.7   5829.9
FINAIS
             5.    0.00  27.28  27.28    2307.6   2326.4   2345.3
            10.    0.00  27.55  27.55    2285.1   2304.1   2323.1
            19.    0.00  28.03  28.03    2246.2   2265.5   2284.8
            23.    0.00  28.24  28.24    2229.4   2248.9   2268.4
            70.    0.00  30.64  30.64    2056.3   2077.4   2098.5
PV = 122.00 (  0.00 )
            19.    0.00  30.47  30.47    5678.7   5736.2   5793.8
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  700.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  36.41  36.41    2355.3   2380.3   2405.4
            23.    0.00  37.40  37.40    2293.7   2319.4   2345.1
            70.    0.00  39.88  39.88    2152.2   2179.6   2206.9
PV = 122.00 (  0.00 )
            19.    0.00  40.62  40.62    5802.7   5879.2   5955.7
FINAIS
             5.    0.00  37.51  37.51    2287.1   2312.8   2338.6
            10.    0.00  37.78  37.78    2270.6   2296.6   2322.5
            19.    0.00  38.27  38.27    2241.9   2268.1   2294.4
            23.    0.00  38.48  38.48    2229.4   2255.9   2282.3
            70.    0.00  40.94  40.94    2096.8   2124.8   2152.9
PV = 122.00 (  0.00 )
            19.    0.00  40.81  40.81    5777.0   5853.8   5930.6
-------------------------------------------------------------------
```

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **2229,4 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **122 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  CAL1*           998.0kcmil      61 fios     4 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   2229.4 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             23.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  800.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  48.23  48.23    2325.3   2358.3   2391.3
            23.    0.00  49.23  49.23    2278.7   2312.4   2346.0
            70.    0.00  51.75  51.75    2168.7   2204.0   2239.4
PV = 122.00 (  0.00 )
            19.    0.00  52.55  52.55    5865.9   5964.3   6062.8
FINAIS
             5.    0.00  49.34  49.34    2273.6   2307.4   2341.1
            10.    0.00  49.61  49.61    2261.1   2295.0   2329.0
            19.    0.00  50.11  50.11    2239.0   2273.3   2307.5
            23.    0.00  50.33  50.33    2229.4   2263.8   2298.2
            70.    0.00  52.83  52.83    2124.8   2160.9   2196.9
PV = 122.00 (  0.00 )
            19.    0.00  52.72  52.72    5847.1   5945.8   6044.6
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  900.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  61.67  61.67    2304.9   2346.9   2388.9
            23.    0.00  62.67  62.67    2268.4   2311.0   2353.7
            70.    0.00  65.23  65.23    2180.5   2224.8   2269.1
PV = 122.00 (  0.00 )
            19.    0.00  66.08  66.08    5912.6   6035.7   6158.8
FINAIS
             5.    0.00  62.78  62.78    2264.4   2307.1   2349.8
            10.    0.00  63.06  63.06    2254.5   2297.4   2340.3
            19.    0.00  63.56  63.56    2237.1   2280.3   2323.5
            23.    0.00  63.78  63.78    2229.4   2272.8   2316.1
            70.    0.00  66.33  66.33    2145.0   2190.0   2235.0
PV = 122.00 (  0.00 )
            19.    0.00  66.24  66.24    5898.3   6021.7   6145.1
-------------------------------------------------------------------
```

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO — **AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA — **2229,4 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) — **91 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 1/ 9/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BÁSICO
LT 345 kV VIANA 2 - VIANA C3
CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998

CABO: CAA CAL1* 998.0kcmil 61 fios 4 POR FASE
diâmetro = 29.25 mm coef. dilat.i =0.00002300 oC-1
área secção = 506.04 mm2 coef. dilat.f =0.00002300 oC-1
peso linear = 1.3952 kg/m mód. elast. i = 4829. kgf/mm2
carga rupt. = 11147. kgf mód. elast. f = 6526. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	19.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	91.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	3.0052 kgf/m	Carga =	0.0000 kgf/m

CADEIA:
Peso . . . = 0.00 kgf
Comprimento = 0.00 m
Área . . . = 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	19.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	0.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	0.00 kgf	Carga =	0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 23.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **2229,4 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **91 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 2

PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998

CABO: CAA CAL1* 998.0kcmil 61 fios 4 POR FASE

PARTIDA: 2229.4 kgf = 20.00 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
23.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 300.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	FLECHA CADEIA	FLECHA COND	FLECHA TOTAL	TRAÇÃO HORIZ.	TRAÇÃO MÉDIA	TRAÇÃO SUPORTE
INICIAIS	5.	0.00	5.35	5.35	2934.9	2938.7	2942.4
	23.	0.00	6.12	6.12	2564.5	2568.8	2573.0
	70.	0.00	8.09	8.09	1941.7	1947.3	1952.9
PV = 91.00	(0.00)						
	19.	0.00	7.72	7.72	4383.6	4395.1	4406.7
FINAIS							
	5.	0.00	6.22	6.22	2525.9	2530.2	2534.5
	10.	0.00	6.45	6.45	2434.6	2439.1	2443.6
	19.	0.00	6.86	6.86	2288.1	2292.9	2297.6
	23.	0.00	7.05	7.05	2229.5	2234.4	2239.3
	70.	0.00	9.02	9.02	1743.1	1749.3	1755.6
PV = 91.00	(0.00)						
	19.	0.00	8.14	8.14	4156.6	4168.8	4180.9

VÃO = 400.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	FLECHA CADEIA	FLECHA COND	FLECHA TOTAL	TRAÇÃO HORIZ.	TRAÇÃO MÉDIA	TRAÇÃO SUPORTE
INICIAIS	5.	0.00	10.63	10.63	2628.2	2635.6	2642.9
	23.	0.00	11.53	11.53	2423.6	2431.6	2439.6
	70.	0.00	13.73	13.73	2035.5	2045.0	2054.6
PV = 91.00	(0.00)						
	19.	0.00	13.37	13.37	4503.3	4523.3	4543.3
FINAIS							
	5.	0.00	11.63	11.63	2402.2	2410.3	2418.4
	10.	0.00	11.88	11.88	2350.8	2359.0	2367.3
	19.	0.00	12.34	12.34	2265.0	2273.6	2282.1
	23.	0.00	12.53	12.53	2229.5	2238.2	2246.9
	70.	0.00	14.71	14.71	1900.5	1910.6	1920.8
PV = 91.00	(0.00)						
	19.	0.00	13.80	13.80	4361.7	4382.3	4402.9

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **2229,4 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **91 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 3

PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998

CABO: CAA CAL1* 998.0kcmil 61 fios 4 POR FASE

PARTIDA: 2229.4 kgf = 20.00 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
23.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 450.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	5.	0.00	13.91	13.91	2542.4	2552.0	2561.7
	23.	0.00	14.84	14.84	2383.7	2394.0	2404.3
	70.	0.00	17.12	17.12	2067.3	2079.2	2091.0
PV = 91.00 (0.00)							
	19.	0.00	16.76	16.76	4547.6	4572.6	4597.6
FINAIS							
	5.	0.00	14.94	14.94	2367.0	2377.4	2387.7
	10.	0.00	15.20	15.20	2326.5	2337.1	2347.6
	19.	0.00	15.66	15.66	2258.2	2269.0	2279.9
	23.	0.00	15.87	15.87	2229.5	2240.5	2251.5
	70.	0.00	18.11	18.12	1953.7	1966.3	1978.8
PV = 91.00 (0.00)							
	19.	0.00	17.20	17.20	4431.9	4457.5	4483.2

VÃO = 500.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	5.	0.00	17.60	17.60	2481.1	2493.3	2505.5
	23.	0.00	18.55	18.55	2354.7	2367.6	2380.4
	70.	0.00	20.89	20.89	2092.3	2106.8	2121.2
PV = 91.00 (0.00)							
	19.	0.00	20.53	20.53	4583.6	4614.2	4644.8
FINAIS							
	5.	0.00	18.66	18.66	2341.4	2354.3	2367.2
	10.	0.00	18.92	18.92	2308.8	2321.9	2334.9
	19.	0.00	19.39	19.39	2253.0	2266.5	2279.9
	23.	0.00	19.60	19.60	2229.4	2243.0	2256.6
	70.	0.00	21.90	21.90	1995.7	2010.8	2026.0
PV = 91.00 (0.00)							
	19.	0.00	20.98	20.98	4487.4	4518.6	4549.8

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **2229,4 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **91 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  CAL1*          998.0kcmil      61 fios     4 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   2229.4 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             23.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  600.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  26.20  26.20    2402.1   2420.2   2438.3
            23.    0.00  27.17  27.17    2316.8   2335.5   2354.3
            70.    0.00  29.59  29.59    2128.3   2148.7   2169.1
PV =  91.00 (  0.00 )
            19.    0.00  29.25  29.25    4637.4   4680.8   4724.2
FINAIS
             5.    0.00  27.28  27.28    2307.6   2326.4   2345.3
            10.    0.00  27.55  27.55    2285.1   2304.1   2323.1
            19.    0.00  28.03  28.03    2246.2   2265.5   2284.8
            23.    0.00  28.24  28.24    2229.4   2248.9   2268.4
            70.    0.00  30.64  30.64    2056.3   2077.4   2098.5
PV =  91.00 (  0.00 )
            19.    0.00  29.70  29.70    4568.1   4612.2   4656.2
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  700.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  36.41  36.41    2355.3   2380.3   2405.4
            23.    0.00  37.40  37.40    2293.7   2319.4   2345.1
            70.    0.00  39.88  39.88    2152.2   2179.6   2206.9
PV =  91.00 (  0.00 )
            19.    0.00  39.54  39.54    4674.5   4732.9   4791.3
FINAIS
             5.    0.00  37.51  37.51    2287.1   2312.8   2338.6
            10.    0.00  37.78  37.78    2270.6   2296.6   2322.5
            19.    0.00  38.27  38.27    2241.9   2268.2   2294.4
            23.    0.00  38.48  38.48    2229.4   2255.8   2282.3
            70.    0.00  40.94  40.94    2096.8   2124.8   2152.9
PV =  91.00 (  0.00 )
            19.    0.00  39.99  39.99    4622.3   4681.4   4740.4
-------------------------------------------------------------------
```

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **AAAC LIGA 1120 998 Kcmil**

TRAÇÃO DE PARTIDA **2229,4 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **91 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 5

PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - CAL1 998

CABO: CAA CAL1* 998.0kcmil 61 fios 4 POR FASE

PARTIDA: 2229.4 kgf = 20.00 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
23.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 800.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	5.	0.00	48.23	48.23	2325.3	2358.3	2391.3
	23.	0.00	49.23	49.23	2278.7	2312.4	2346.0
	70.	0.00	51.75	51.75	2168.7	2204.0	2239.4
PV = 91.00 (0.00)							
	19.	0.00	51.42	51.42	4700.7	4776.3	4852.0
FINAIS							
	5.	0.00	49.34	49.34	2273.6	2307.4	2341.1
	10.	0.00	49.61	49.61	2261.1	2295.0	2329.0
	19.	0.00	50.11	50.11	2239.0	2273.3	2307.5
	23.	0.00	50.33	50.33	2229.4	2263.8	2298.2
	70.	0.00	52.83	52.83	2124.8	2160.9	2196.9
PV = 91.00 (0.00)							
	19.	0.00	51.88	51.88	4660.0	4736.3	4812.6

VÃO = 900.00 m CREEP = 20.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	5.	0.00	61.67	61.67	2304.9	2346.9	2388.9
	23.	0.00	62.67	62.67	2268.4	2311.0	2353.7
	70.	0.00	65.23	65.23	2180.5	2224.8	2269.1
PV = 91.00 (0.00)							
	19.	0.00	64.91	64.91	4719.8	4814.8	4909.7
FINAIS							
	5.	0.00	62.78	62.78	2264.4	2307.1	2349.8
	10.	0.00	63.06	63.06	2254.5	2297.4	2340.3
	19.	0.00	63.56	63.56	2237.1	2280.3	2323.5
	23.	0.00	63.78	63.78	2229.4	2272.8	2316.1
	70.	0.00	66.33	66.33	2145.0	2190.0	2235.0
PV = 91.00 (0.00)							
	19.	0.00	65.37	65.37	4687.3	4782.9	4878.5

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 C2, CS

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 29/ 8/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BÁSICO
LT 500 KV - JANAÚBA 6 - CAPELINHA C1 C2
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL

CABO: CAA DOTTEREL 176.9 MCM 12/7 1 POR FASE
diâmetro = 15.42 mm coef. dilat.i =0.00001480 oC-1
área secção = 141.89 mm2 coef. dilat.f =0.00001530 oC-1
peso linear = 0.6570 kg/m mód. elast. i = 9773. kgf/mm2
carga rupt. = 7857. kgf mód. elast. f = 10687. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura =	15.0	oC	Temperatura =	0.0	oC
Pressão =	84.00	kgf/m2	Pressão =	0.00	kgf/m2
Carga =	1.4524	kgf/m	Carga =	0.0000	kgf/m

CADEIA:
Peso . . . = 0.00 kgf
Comprimento = 0.00 m
Área . . . = 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura =	15.0	oC	Temperatura =	0.0	oC
Pressão =	0.00	kgf/m2	Pressão =	0.00	kgf/m2
Carga =	0.00	kgf	Carga =	0.00	kgf

TEMPERATURA E D S = 21.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 C2, CS

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             21.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00   5.67   5.67    1303.5   1305.3   1307.2
            21.    0.00   6.26   6.26    1181.0   1183.1   1185.1
            40.    0.00   6.81   6.81    1085.7   1088.0   1090.2
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00   7.70   7.70    2124.6   2130.1   2135.7
FINAIS
             1.    0.00   5.64   5.64    1311.8   1313.6   1315.5
             6.    0.00   5.79   5.79    1276.2   1278.1   1280.0
            15.    0.00   6.08   6.08    1217.2   1219.2   1221.2
            21.    0.00   6.26   6.26    1181.0   1183.0   1185.1
            40.    0.00   6.84   6.84    1080.9   1083.2   1085.4
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00   7.60   7.60    2151.5   2157.0   2162.5
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  10.46  10.46    1256.9   1260.3   1263.7
            21.    0.00  11.14  11.14    1181.0   1184.6   1188.3
            40.    0.00  11.76  11.76    1118.6   1122.5   1126.3
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  12.87  12.87    2260.1   2269.4   2278.7
FINAIS
             1.    0.00  10.43  10.43    1261.0   1264.4   1267.8
             6.    0.00  10.61  10.61    1239.7   1243.2   1246.7
            15.    0.00  10.93  10.93    1203.6   1207.2   1210.8
            21.    0.00  11.14  11.14    1181.0   1184.6   1188.3
            40.    0.00  11.79  11.79    1115.8   1119.7   1123.6
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  12.74  12.74    2282.9   2292.1   2301.3
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 C2, CS

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             21.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  16.69  16.69    1231.7   1237.1   1242.6
            21.    0.00  17.41  17.41    1181.0   1186.7   1192.4
            40.    0.00  18.08  18.08    1137.7   1143.6   1149.5
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  19.35  19.35    2350.0   2364.0   2377.9
FINAIS
             1.    0.00  16.66  16.66    1234.1   1239.5   1245.0
             6.    0.00  16.85  16.85    1220.2   1225.7   1231.2
            15.    0.00  17.19  17.19    1196.3   1201.9   1207.5
            21.    0.00  17.41  17.41    1181.0   1186.7   1192.4
            40.    0.00  18.11  18.11    1135.9   1141.8   1147.7
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  19.20  19.20    2368.8   2382.6   2396.4
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  24.35  24.35    1217.0   1224.9   1232.8
            21.    0.00  25.09  25.09    1181.0   1189.2   1197.3
            40.    0.00  25.79  25.79    1149.4   1157.8   1166.2
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  27.18  27.18    2411.3   2430.8   2450.3
FINAIS
             1.    0.00  24.31  24.32    1218.6   1226.5   1234.4
             6.    0.00  24.51  24.51    1208.9   1216.8   1224.8
            15.    0.00  24.86  24.86    1191.9   1200.0   1208.1
            21.    0.00  25.09  25.09    1181.0   1189.2   1197.3
            40.    0.00  25.81  25.81    1148.1   1156.5   1164.9
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  27.00  27.01    2426.7   2446.1   2465.5
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 C2, CS

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             21.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  33.42  33.42    1207.8   1218.7   1229.5
            21.    0.00  34.18  34.18    1181.0   1192.1   1203.2
            40.    0.00  34.89  34.89    1157.0   1168.3   1179.7
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  36.38  36.38    2454.3   2480.3   2506.4
FINAIS
             1.    0.00  33.39  33.39    1208.9   1219.7   1230.6
             6.    0.00  33.59  33.59    1201.8   1212.7   1223.6
            15.    0.00  33.94  33.95    1189.2   1200.2   1211.2
            21.    0.00  34.18  34.18    1181.0   1192.1   1203.2
            40.    0.00  34.92  34.92    1156.1   1167.4   1178.8
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  36.19  36.19    2467.0   2492.9   2518.8
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  43.91  43.91    1201.7   1215.9   1230.1
            21.    0.00  44.69  44.69    1181.0   1195.4   1209.9
            40.    0.00  45.42  45.42    1162.2   1176.9   1191.6
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  46.96  46.97    2485.3   2518.7   2552.2
FINAIS
             1.    0.00  43.88  43.88    1202.5   1216.7   1230.9
             6.    0.00  44.08  44.09    1197.0   1211.3   1225.5
            15.    0.00  44.45  44.45    1187.3   1201.7   1216.1
            21.    0.00  44.69  44.69    1181.0   1195.4   1209.9
            40.    0.00  45.44  45.44    1161.5   1176.2   1190.9
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  46.76  46.76    2495.8   2529.2   2562.5
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 C2, CS

CABO	**DOTTEREL**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**1181 kgf, a 21°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
            21.0 oC    -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  55.83  55.83    1197.5   1215.5   1233.4
            21.    0.00  56.62  56.62    1181.0   1199.2   1217.4
            40.    0.00  57.36  57.36    1165.9   1184.4   1202.8
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  58.96  58.96    2508.2   2550.1   2591.9
FINAIS
             1.    0.00  55.80  55.80    1198.1   1216.1   1234.0
             6.    0.00  56.01  56.01    1193.8   1211.8   1229.8
            15.    0.00  56.38  56.38    1186.1   1204.2   1222.4
            21.    0.00  56.62  56.62    1181.0   1199.2   1217.4
            40.    0.00  57.39  57.39    1165.4   1183.9   1202.3
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  58.75  58.75    2517.0   2558.8   2600.5
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 29/ 8/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BÁSICO
LT 500 kV CAPELINHA 3 - GOV.VALADARES 6 C1 E C2
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL

CABO: CAA DOTTEREL 176.9 MCM 12/7 1 POR FASE
diâmetro = 15.42 mm coef. dilat.i =0.00001480 oC-1
área secção = 141.89 mm2 coef. dilat.f =0.00001530 oC-1
peso linear = 0.6570 kg/m mód. elast. i = 9773. kgf/mm2
carga rupt. = 7857. kgf mód. elast. f = 10687. kgf/mm2

PARÂMETROS TENSÃO-DEFORMAÇÃO [psi]:
AO = 0.21700E-02 AM = 0.00000E+00 (6 meses)
A1 = 0.70500E-05 AA = 0.00000E+00 (1 ano)
A2 =-0.32100E-10 AF = 0.11960E+06 (10 anos)
A3 = 0.11400E-15

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	15.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	129.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	2.0949 kgf/m	Carga =	0.0000 kgf/m

CADEIA:
Peso . . . = 0.00 kgf
Comprimento = 0.00 m
Área . . . = 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	15.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	0.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	0.00 kgf	Carga =	0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO CALCULADOS!

PERÍODO: 10 ANOS

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 2

PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL

CABO: CAA DOTTEREL 176.9 MCM 12/7 1 POR FASE

PARTIDA: 1181.0 kgf = 15.03 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
22.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 300.00 m CREEP = 11.69 oC 10 ANOS

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	5.28	5.28	1400.9	1402.6	1404.4
	22.	0.00	5.90	5.90	1253.9	1255.8	1257.7
	40.	0.00	6.43	6.43	1151.0	1153.1	1155.2
PV = 129.00 (0.00)							
	15.	0.00	8.35	8.35	2826.4	2835.1	2843.8
FINAIS							
	1.	0.00	5.61	5.61	1319.2	1321.0	1322.8
	6.	0.00	5.76	5.76	1283.2	1285.1	1287.0
	15.	0.00	6.04	6.04	1223.5	1225.4	1227.4
	22.	0.00	6.26	6.26	1181.0	1183.0	1185.1
	40.	0.00	6.81	6.81	1085.7	1088.0	1090.2
PV = 129.00 (0.00)							
	15.	0.00	8.46	8.46	2789.7	2798.6	2807.4

VÃO = 400.00 m CREEP = 11.65 oC 10 ANOS

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	10.01	10.01	1313.9	1317.2	1320.5
	22.	0.00	10.73	10.73	1226.0	1229.5	1233.0
	40.	0.00	11.33	11.33	1161.2	1164.9	1168.6
PV = 129.00 (0.00)							
	15.	0.00	13.73	13.73	3056.5	3070.8	3085.1
FINAIS							
	1.	0.00	10.39	10.39	1265.3	1268.7	1272.1
	6.	0.00	10.57	10.57	1243.9	1247.4	1250.9
	15.	0.00	10.89	10.89	1207.5	1211.1	1214.6
	22.	0.00	11.14	11.14	1181.0	1184.6	1188.3
	40.	0.00	11.76	11.76	1119.1	1122.9	1126.7
PV = 129.00 (0.00)							
	15.	0.00	13.83	13.83	3033.8	3048.2	3062.6

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =  11.64 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  16.21  16.21    1268.3   1273.6   1278.9
            22.    0.00  16.98  16.98    1211.2   1216.7   1222.2
            40.    0.00  17.62  17.62    1167.2   1173.0   1178.7
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  20.38  20.38    3219.3   3240.4   3261.6
FINAIS
             1.    0.00  16.62  16.62    1236.9   1242.3   1247.8
             6.    0.00  16.81  16.81    1223.0   1228.5   1234.0
            15.    0.00  17.15  17.15    1198.9   1204.5   1210.1
            22.    0.00  17.41  17.41    1181.0   1186.7   1192.4
            40.    0.00  18.07  18.07    1138.1   1144.0   1149.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  20.48  20.48    3204.4   3225.6   3246.9
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =  11.64 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  23.85  23.85    1242.3   1250.1   1257.8
            22.    0.00  24.64  24.64    1202.5   1210.5   1218.5
            40.    0.00  25.31  25.31    1171.0   1179.2   1187.4
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  28.34  28.34    3336.0   3365.4   3394.7
FINAIS
             1.    0.00  24.28  24.28    1220.5   1228.4   1236.3
             6.    0.00  24.47  24.47    1210.8   1218.7   1226.7
            15.    0.00  24.82  24.82    1193.8   1201.9   1209.9
            22.    0.00  25.09  25.09    1181.0   1189.2   1197.3
            40.    0.00  25.78  25.78    1149.8   1158.2   1166.6
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  28.43  28.43    3325.8   3355.2   3384.6
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =  11.66 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  32.91  32.91    1226.3   1237.0   1247.7
            22.    0.00  33.72  33.72    1197.0   1208.0   1218.9
            40.    0.00  34.40  34.40    1173.4   1184.6   1195.7
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  37.64  37.65    3421.5   3460.3   3499.1
FINAIS
             1.    0.00  33.35  33.35    1210.4   1221.2   1232.0
             6.    0.00  33.55  33.55    1203.2   1214.1   1225.0
            15.    0.00  33.91  33.91    1190.6   1201.6   1212.6
            22.    0.00  34.18  34.18    1181.0   1192.1   1203.2
            40.    0.00  34.88  34.88    1157.4   1168.7   1180.0
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  37.73  37.73    3414.1   3453.0   3491.9
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =  11.67 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  43.40  43.40    1215.9   1229.9   1243.9
            22.    0.00  44.22  44.22    1193.4   1207.7   1222.0
            40.    0.00  44.91  44.91    1175.1   1189.6   1204.1
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  48.32  48.32    3485.1   3534.8   3584.4
FINAIS
             1.    0.00  43.84  43.84    1203.6   1217.8   1232.0
             6.    0.00  44.04  44.04    1198.1   1212.4   1226.6
            15.    0.00  44.41  44.41    1188.4   1202.8   1217.1
            22.    0.00  44.69  44.69    1181.0   1195.4   1209.9
            40.    0.00  45.40  45.40    1162.5   1177.2   1191.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  48.40  48.40    3479.6   3529.3   3579.0
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO	**DOTTEREL**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =  11.69 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  55.31  55.31    1208.6   1226.5   1244.3
            22.    0.00  56.14  56.15    1190.9   1209.0   1227.1
            40.    0.00  56.85  56.85    1176.3   1194.6   1212.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  60.39  60.39    3533.4   3595.2   3657.0
FINAIS
             1.    0.00  55.76  55.76    1199.0   1216.9   1234.9
             6.    0.00  55.97  55.97    1194.6   1212.6   1230.7
            15.    0.00  56.34  56.34    1186.9   1205.0   1223.2
            22.    0.00  56.62  56.62    1181.0   1199.2   1217.4
            40.    0.00  57.35  57.35    1166.2   1184.7   1203.1
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  60.46  60.46    3529.2   3591.0   3652.9
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 29/ 8/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BASICO
LT 500 KV - CAPELINHA 3 - GOV VALADARES 6 C1 C2
TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838

CABO: CAA 1120N 838.0kcmil 37fios 6 POR FASE
diâmetro = 26.78 mm coef. dilat.i =0.00002300 oC-1
área secção = 425.16 mm2 coef. dilat.f =0.00002300 oC-1
peso linear = 1.1710 kg/m mód. elast. i = 4829. kgf/mm2
carga rupt. = 9473. kgf mód. elast. f = 6526. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura =	15.0	oC	Temperatura =	0.0	oC
Pressão =	90.00	kgf/m2	Pressão =	0.00	kgf/m2
Carga =	2.6796	kgf/m	Carga =	0.0000	kgf/m

CADEIA:
Peso . . . = 0.00 kgf
Comprimento = 0.00 m
Área . . . = 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura =	15.0	oC	Temperatura =	0.0	oC
Pressão =	0.00	kgf/m2	Pressão =	0.00	kgf/m2
Carga =	0.00	kgf	Carga =	0.00	kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00   5.13   5.13    2567.4   2570.4   2573.4
            22.    0.00   6.03   6.03    2185.0   2188.5   2192.1
            55.    0.00   7.44   7.44    1773.1   1777.5   1781.8
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00   7.71   7.71    3913.6   3923.8   3934.1
FINAIS
             1.    0.00   5.98   5.98    2202.4   2205.9   2209.4
             6.    0.00   6.22   6.22    2119.0   2122.7   2126.3
            15.    0.00   6.64   6.64    1985.7   1989.6   1993.5
            22.    0.00   6.96   6.96    1894.6   1898.7   1902.8
            55.    0.00   8.38   8.38    1573.8   1578.7   1583.6
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00   8.09   8.09    3731.5   3742.3   3753.1
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  10.30  10.30    2274.8   2280.8   2286.8
            22.    0.00  11.36  11.36    2063.4   2070.0   2076.7
            55.    0.00  12.94  12.94    1812.0   1819.6   1827.1
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  13.31  13.31    4031.5   4049.2   4066.9
FINAIS
             1.    0.00  11.31  11.31    2072.9   2079.5   2086.1
             6.    0.00  11.57  11.57    2026.6   2033.3   2040.1
            15.    0.00  12.03  12.03    1949.6   1956.6   1963.6
            22.    0.00  12.38  12.38    1894.6   1901.9   1909.1
            55.    0.00  13.94  13.94    1682.4   1690.5   1698.6
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  13.69  13.69    3919.5   3937.7   3956.0
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  17.18  17.18    2133.7   2143.7   2153.7
            22.    0.00  18.30  18.30    2003.6   2014.3   2024.9
            55.    0.00  19.97  19.97    1836.2   1847.8   1859.4
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  20.41  20.41    4111.5   4138.6   4165.7
FINAIS
             1.    0.00  18.24  18.24    2009.6   2020.2   2030.8
             6.    0.00  18.51  18.51    1980.5   1991.3   2002.0
            15.    0.00  18.99  18.99    1930.9   1942.0   1953.0
            22.    0.00  19.35  19.35    1894.6   1905.9   1917.1
            55.    0.00  21.01  21.01    1746.0   1758.2   1770.4
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  20.79  20.79    4036.4   4064.0   4091.6
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  25.66  25.66    2058.3   2073.1   2088.0
            22.    0.00  26.81  26.81    1970.6   1986.2   2001.7
            55.    0.00  28.54  28.54    1851.7   1868.2   1884.7
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  29.04  29.04    4165.8   4204.2   4242.6
FINAIS
             1.    0.00  26.76  26.76    1974.7   1990.2   2005.7
             6.    0.00  27.03  27.03    1954.8   1970.4   1986.1
            15.    0.00  27.52  27.52    1920.3   1936.2   1952.2
            22.    0.00  27.89  27.89    1894.6   1910.8   1926.9
            55.    0.00  29.61  29.61    1785.6   1802.7   1819.8
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  29.42  29.42    4112.1   4151.0   4190.0
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  35.74  35.74    2013.7   2034.3   2054.9
            22.    0.00  36.91  36.91    1950.6   1971.9   1993.2
            55.    0.00  38.68  38.68    1861.9   1884.2   1906.5
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  39.21  39.21    4203.4   4255.1   4306.8
FINAIS
             1.    0.00  36.85  36.85    1953.5   1974.8   1996.1
             6.    0.00  37.13  37.13    1939.0   1960.5   1981.9
            15.    0.00  37.62  37.62    1913.7   1935.4   1957.1
            22.    0.00  38.00  38.00    1894.6   1916.5   1938.4
            55.    0.00  39.76  39.76    1811.6   1834.5   1857.4
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  39.59  39.59    4163.3   4215.4   4267.6
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  47.41  47.41    1985.1   2012.4   2039.7
            22.    0.00  48.59  48.59    1937.5   1965.4   1993.3
            55.    0.00  50.39  50.39    1868.9   1897.8   1926.7
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  50.95  50.95    4230.3   4297.1   4363.9
FINAIS
             1.    0.00  48.53  48.53    1939.8   1967.6   1995.5
             6.    0.00  48.81  48.81    1928.7   1956.8   1984.8
            15.    0.00  49.31  49.31    1909.3   1937.6   1965.9
            22.    0.00  49.70  49.70    1894.6   1923.1   1951.7
            55.    0.00  51.49  51.49    1829.5   1859.0   1888.5
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  51.33  51.33    4199.2   4266.5   4333.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES DO CONDUTOR 838
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  1120N            838.0kcmil     37fios      6 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1894.6 kgf  =   20.00 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
            22.0 oC    -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =  20.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  60.67  60.67    1965.8   2000.5   2035.2
            22.    0.00  61.86  61.86    1928.6   1963.9   1999.3
            55.    0.00  63.69  63.69    1873.9   1910.3   1946.6
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  64.27  64.27    4249.9   4333.8   4417.7
FINAIS
             1.    0.00  61.80  61.80    1930.3   1965.6   2001.0
             6.    0.00  62.09  62.09    1921.6   1957.1   1992.6
            15.    0.00  62.59  62.59    1906.3   1942.1   1977.8
            22.    0.00  62.98  62.98    1894.6   1930.6   1966.5
            55.    0.00  64.80  64.80    1842.2   1879.2   1916.1
PV =  90.00 (  0.00 )
            15.    0.00  64.65  64.65    4225.1   4309.5   4393.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Nieva 2 – Viana 2 C1

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
                    F  L  E  T  R  A

                ESTUDO  DE  FLECHAS  E  TRAÇÕES
-----------------------------------------------------------------
ENGEPRO ENGENHARIA                          DATA: 31/10/2022

                                                      PÁGINA       1
-----------------------------------------------------------------

PROJETO: PROJETO BÁSICO
         LT 500 KV - JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 C1
         CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-----------------------------------------------------------------

CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
      diâmetro    =   15.42 mm     coef. dilat.i =0.00001480 oC-1
      área secção =  141.89 mm2    coef. dilat.f =0.00001530 oC-1
      peso linear =  0.6570 kg/m   mód. elast. i =  9773. kgf/mm2
      carga rupt. =   7857. kgf    mód. elast. f = 10687. kgf/mm2

   PARÂMETROS TENSÃO-DEFORMAÇÃO [psi]:
      AO = 0.21700E-02     AM = 0.00000E+00 ( 6 meses )
      A1 = 0.70500E-05     AA = 0.00000E+00 (  1 ano  )
      A2 =-0.32100E-10     AF = 0.11960E+06 ( 10 anos )
      A3 = 0.11400E-15

   VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:
      CONDIÇÃO  1 :                  CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   17.0  oC       Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =  129.00 kgf/m2   Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =  2.0949 kgf/m    Carga       =  0.0000 kgf/m


CADEIA:
      Peso . . .  =    0.00 kgf
      Comprimento =    0.00 m
      Área . . .  =    0.00 m2

   VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:
      CONDIÇÃO  1 :                  CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   17.0  oC       Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =    0.00 kgf/m2   Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =    0.00 kgf      Carga       =    0.00 kgf

TEMPERATURA  E D S =   22.0 oC


EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO CALCULADOS!

PERÍODO:      10 ANOS


OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM
```

LT 500 kV João Nieva 2 – Viana 2 C1

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =  11.69 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00   5.31   5.31    1393.2   1394.9   1396.7
            22.    0.00   5.90   5.90    1253.9   1255.8   1257.7
            40.    0.00   6.43   6.43    1151.0   1153.1   1155.2
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00   8.39   8.39    2812.9   2821.6   2830.4
FINAIS
             2.    0.00   5.64   5.64    1311.8   1313.6   1315.5
             7.    0.00   5.79   5.79    1276.2   1278.1   1280.0
            17.    0.00   6.11   6.11    1211.0   1213.0   1215.0
            22.    0.00   6.26   6.26    1181.0   1183.1   1185.1
            40.    0.00   6.81   6.81    1085.7   1087.9   1090.2
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00   8.50   8.50    2775.8   2784.7   2793.5
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =  11.65 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  10.04  10.04    1309.4   1312.7   1316.0
            22.    0.00  10.73  10.73    1226.0   1229.5   1233.0
            40.    0.00  11.33  11.33    1161.2   1164.9   1168.6
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.78  13.78    3045.9   3060.3   3074.6
FINAIS
             2.    0.00  10.43  10.43    1261.0   1264.4   1267.8
             7.    0.00  10.61  10.61    1239.7   1243.2   1246.7
            17.    0.00  10.96  10.96    1199.8   1203.4   1207.0
            22.    0.00  11.14  11.14    1181.0   1184.6   1188.3
            40.    0.00  11.76  11.76    1119.1   1122.9   1126.7
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.88  13.88    3022.8   3037.3   3051.7
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Nieva 2 – Viana 2 C1

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =  11.64 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  16.25  16.25    1265.4   1270.7   1276.0
            22.    0.00  16.98  16.98    1211.1   1216.7   1222.2
            40.    0.00  17.62  17.62    1167.2   1173.0   1178.7
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  20.43  20.43    3210.7   3232.0   3253.2
FINAIS
             2.    0.00  16.66  16.66    1234.1   1239.5   1245.0
             7.    0.00  16.85  16.85    1220.2   1225.7   1231.2
            17.    0.00  17.23  17.23    1193.7   1199.3   1205.0
            22.    0.00  17.41  17.41    1181.0   1186.7   1192.4
            40.    0.00  18.07  18.07    1138.1   1144.0   1149.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  20.53  20.53    3195.5   3216.8   3238.1
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =  11.64 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  23.89  23.89    1240.3   1248.1   1255.9
            22.    0.00  24.64  24.64    1202.5   1210.5   1218.5
            40.    0.00  25.31  25.31    1171.0   1179.2   1187.4
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  28.40  28.40    3329.1   3358.5   3387.9
FINAIS
             2.    0.00  24.31  24.32    1218.6   1226.5   1234.4
             7.    0.00  24.51  24.51    1208.9   1216.8   1224.8
            17.    0.00  24.90  24.90    1190.1   1198.2   1206.3
            22.    0.00  25.09  25.09    1181.0   1189.2   1197.3
            40.    0.00  25.78  25.78    1149.8   1158.2   1166.6
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  28.49  28.49    3318.6   3348.1   3377.5
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Nieva 2 – Viana 2 C1

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =  11.66 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  32.95  32.95    1224.9   1235.6   1246.3
            22.    0.00  33.72  33.72    1197.0   1208.0   1218.9
            40.    0.00  34.40  34.40    1173.4   1184.6   1195.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  37.71  37.71    3415.8   3454.7   3493.6
FINAIS
             2.    0.00  33.39  33.39    1208.9   1219.8   1230.6
             7.    0.00  33.59  33.59    1201.8   1212.7   1223.6
            17.    0.00  33.98  33.98    1187.8   1198.8   1209.9
            22.    0.00  34.18  34.18    1181.0   1192.1   1203.2
            40.    0.00  34.88  34.88    1157.4   1168.7   1180.0
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  37.79  37.79    3408.2   3447.2   3486.1
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =  11.67 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  43.44  43.44    1214.8   1228.8   1242.9
            22.    0.00  44.22  44.22    1193.4   1207.7   1222.0
            40.    0.00  44.91  44.91    1175.1   1189.6   1204.1
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  48.39  48.39    3480.3   3530.1   3579.8
FINAIS
             2.    0.00  43.88  43.88    1202.5   1216.7   1230.9
             7.    0.00  44.08  44.09    1197.0   1211.3   1225.5
            17.    0.00  44.49  44.49    1186.3   1200.7   1215.0
            22.    0.00  44.69  44.69    1181.0   1195.4   1209.9
            40.    0.00  45.40  45.40    1162.5   1177.2   1191.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  48.47  48.47    3474.6   3524.5   3574.3
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Nieva 2 – Viana 2 C1

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =  11.69 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  55.35  55.35    1207.8   1225.6   1243.4
            22.    0.00  56.14  56.14    1190.9   1209.0   1227.1
            40.    0.00  56.85  56.85    1176.3   1194.6   1212.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  60.45  60.45    3529.4   3591.3   3653.1
FINAIS
             2.    0.00  55.80  55.80    1198.1   1216.1   1234.0
             7.    0.00  56.01  56.01    1193.8   1211.8   1229.8
            17.    0.00  56.42  56.42    1185.2   1203.4   1221.5
            22.    0.00  56.62  56.62    1181.0   1199.2   1217.4
            40.    0.00  57.35  57.35    1166.2   1184.6   1203.1
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  60.53  60.53    3525.0   3587.0   3648.9
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Nieva 2 – Viana 2 C1

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
                F  L  E  T  R  A

                ESTUDO  DE  FLECHAS  E  TRAÇÕES
-----------------------------------------------------------------
ENGEPRO ENGENHARIA                          DATA: 31/10/2022

                                                      PÁGINA       1
-----------------------------------------------------------------

PROJETO: PROJETO BÁSICO
         LT 500 KV - JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 C1
         CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-----------------------------------------------------------------

CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
      diâmetro    =   15.42 mm     coef. dilat.i =0.00001480 oC-1
      área secção =  141.89 mm2    coef. dilat.f =0.00001530 oC-1
      peso linear =  0.6570 kg/m   mód. elast. i =  9773. kgf/mm2
      carga rupt. =   7857. kgf    mód. elast. f = 10687. kgf/mm2

   PARÂMETROS TENSÃO-DEFORMAÇÃO [psi]:
      A0 = 0.21700E-02     AM = 0.00000E+00 ( 6 meses )
      A1 = 0.70500E-05     AA = 0.00000E+00 (  1 ano  )
      A2 =-0.32100E-10     AF = 0.11960E+06 ( 10 anos )
      A3 = 0.11400E-15

   VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:
      CONDIÇÃO  1 :                  CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   17.0  oC       Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =   97.00 kgf/m2   Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =  1.6337 kgf/m    Carga       =  0.0000 kgf/m

CADEIA:
      Peso . . .  =    0.00 kgf
      Comprimento =    0.00 m
      Área . . .  =    0.00 m2

   VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:
      CONDIÇÃO  1 :                  CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   17.0  oC       Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =    0.00 kgf/m2   Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =    0.00 kgf      Carga       =    0.00 kgf


TEMPERATURA  E D S =   22.0 oC


EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO CALCULADOS!

PERÍODO:      10 ANOS


OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM
```

LT 500 kV João Nieva 2 – Viana 2 C1

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =  11.69 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00   5.31   5.31    1393.2   1394.9   1396.7
            22.    0.00   5.90   5.90    1253.9   1255.8   1257.7
            40.    0.00   6.43   6.43    1151.0   1153.1   1155.2
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00   7.73   7.73    2379.5   2385.8   2392.1
FINAIS
             2.    0.00   5.64   5.64    1311.8   1313.6   1315.5
             7.    0.00   5.79   5.79    1276.2   1278.1   1280.0
            17.    0.00   6.11   6.11    1211.0   1213.0   1215.0
            22.    0.00   6.26   6.26    1181.0   1183.1   1185.1
            40.    0.00   6.81   6.81    1085.7   1087.9   1090.2
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00   7.89   7.89    2330.7   2337.1   2343.5
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =  11.65 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  10.04  10.04    1309.4   1312.7   1316.0
            22.    0.00  10.73  10.73    1226.0   1229.5   1233.0
            40.    0.00  11.33  11.33    1161.2   1164.9   1168.6
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  12.93  12.93    2529.5   2540.0   2550.5
FINAIS
             2.    0.00  10.43  10.43    1261.0   1264.4   1267.8
             7.    0.00  10.61  10.61    1239.7   1243.2   1246.7
            17.    0.00  10.96  10.96    1199.8   1203.4   1207.0
            22.    0.00  11.14  11.14    1181.0   1184.6   1188.3
            40.    0.00  11.76  11.76    1119.1   1122.9   1126.7
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.11  13.11    2496.5   2507.2   2517.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Nieva 2 – Viana 2 C1

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =  11.64 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  16.25  16.25    1265.4   1270.7   1276.0
            22.    0.00  16.98  16.98    1211.1   1216.7   1222.2
            40.    0.00  17.62  17.62    1167.2   1173.0   1178.7
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  19.44  19.44    2631.0   2646.8   2662.5
FINAIS
             2.    0.00  16.66  16.66    1234.1   1239.5   1245.0
             7.    0.00  16.85  16.85    1220.2   1225.7   1231.2
            17.    0.00  17.23  17.23    1193.7   1199.3   1205.0
            22.    0.00  17.41  17.41    1181.0   1186.7   1192.4
            40.    0.00  18.07  18.07    1138.1   1144.0   1149.9
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  19.62  19.62    2607.6   2623.5   2639.4
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =  11.64 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  23.89  23.89    1240.3   1248.1   1255.9
            22.    0.00  24.64  24.64    1202.5   1210.5   1218.5
            40.    0.00  25.31  25.31    1171.0   1179.2   1187.4
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  27.29  27.29    2701.3   2723.3   2745.4
FINAIS
             2.    0.00  24.31  24.32    1218.6   1226.5   1234.4
             7.    0.00  24.51  24.51    1208.9   1216.8   1224.8
            17.    0.00  24.90  24.90    1190.1   1198.2   1206.3
            22.    0.00  25.09  25.09    1181.0   1189.2   1197.3
            40.    0.00  25.78  25.78    1149.8   1158.2   1166.6
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  27.47  27.47    2683.8   2706.0   2728.2
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Nieva 2 – Viana 2 C1

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =  11.66 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  32.95  32.95    1224.9   1235.6   1246.3
            22.    0.00  33.72  33.72    1197.0   1208.0   1218.9
            40.    0.00  34.40  34.40    1173.4   1184.6   1195.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  36.50  36.50    2751.1   2780.5   2809.9
FINAIS
             2.    0.00  33.39  33.39    1208.9   1219.8   1230.6
             7.    0.00  33.59  33.59    1201.8   1212.7   1223.6
            17.    0.00  33.98  33.98    1187.8   1198.8   1209.9
            22.    0.00  34.18  34.18    1181.0   1192.1   1203.2
            40.    0.00  34.88  34.88    1157.4   1168.7   1180.0
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  36.68  36.68    2737.6   2767.2   2796.7
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =  11.67 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  43.44  43.44    1214.8   1228.8   1242.9
            22.    0.00  44.22  44.22    1193.4   1207.7   1222.0
            40.    0.00  44.91  44.91    1175.1   1189.6   1204.1
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  47.10  47.10    2787.3   2825.1   2862.9
FINAIS
             2.    0.00  43.88  43.88    1202.5   1216.7   1230.9
             7.    0.00  44.08  44.09    1197.0   1211.3   1225.5
            17.    0.00  44.49  44.49    1186.3   1200.7   1215.0
            22.    0.00  44.69  44.69    1181.0   1195.4   1209.9
            40.    0.00  45.40  45.40    1162.5   1177.2   1191.9
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  47.29  47.29    2776.6   2814.5   2852.5
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Nieva 2 – Viana 2 C1

CABO **DOTTEREL**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1181 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS DOTTEREL
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  DOTTEREL        176.9 MCM       12/7        1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1181.0 kgf  =   15.03 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =  11.69 oC        10 ANOS
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  55.35  55.35    1207.8   1225.6   1243.4
            22.    0.00  56.14  56.14    1190.9   1209.0   1227.1
            40.    0.00  56.85  56.85    1176.3   1194.6   1212.9
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  59.11  59.11    2814.3   2861.5   2908.7
FINAIS
             2.    0.00  55.80  55.80    1198.1   1216.1   1234.0
             7.    0.00  56.01  56.01    1193.8   1211.8   1229.8
            17.    0.00  56.42  56.42    1185.2   1203.4   1221.5
            22.    0.00  56.62  56.62    1181.0   1199.2   1217.4
            40.    0.00  57.35  57.35    1166.2   1184.6   1203.1
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  59.29  59.30    2805.6   2852.9   2900.3
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO	**3/8”EAR**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**732 kgf, a 21°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**84 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 29/ 8/2022

PÁGINA 1

PROJETO: LT 500 KV - JANAÚBA 6 - CAPELINHA C1 C2
PROJETO BÁSICO
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"

CABO: CAA 3/8" 1 POR FASE
diâmetro = 9.14 mm coef. dilat.i =0.00001152 oC-1
área secção = 51.08 mm2 coef. dilat.f =0.00001152 oC-1
peso linear = 0.4070 kg/m mód. elast. i = 18600. kgf/mm2
carga rupt. = 6985. kgf mód. elast. f = 18200. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	15.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	84.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	0.8693 kgf/m	Carga =	0.0000 kgf/m

CADEIA:
Peso . . . = 0.00 kgf
Comprimento = 0.00 m
Área . . . = 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	15.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	0.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	0.00 kgf	Carga =	0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 21.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 2

PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"

CABO: CAA 3/8" 1 POR FASE

PARTIDA: 732.0 kgf = 10.48 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
21.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 300.00 m CREEP = 0.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	5.79	5.79	791.5	792.7	793.9
	21.	0.00	6.26	6.26	732.0	733.3	734.5
	40.	0.00	6.70	6.70	684.0	685.4	686.7
PV = 84.00 (0.00)							
	15.	0.00	7.55	7.55	1296.8	1300.1	1303.4
FINAIS							
	1.	0.00	5.79	5.79	791.2	792.3	793.5
	6.	0.00	5.91	5.91	775.4	776.6	777.8
	15.	0.00	6.12	6.12	748.7	750.0	751.2
	21.	0.00	6.26	6.26	732.0	733.3	734.5
	40.	0.00	6.70	6.70	684.2	685.6	686.9
PV = 84.00 (0.00)							
	15.	0.00	7.57	7.57	1293.3	1296.6	1299.9

VÃO = 400.00 m CREEP = 0.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	10.60	10.60	768.7	770.8	773.0
	21.	0.00	11.13	11.13	732.0	734.3	736.5
	40.	0.00	11.63	11.63	701.0	703.3	705.7
PV = 84.00 (0.00)							
	15.	0.00	12.67	12.67	1374.1	1379.6	1385.1
FINAIS							
	1.	0.00	10.60	10.60	768.5	770.7	772.8
	6.	0.00	10.74	10.74	759.0	761.2	763.3
	15.	0.00	10.97	10.97	742.5	744.7	746.9
	21.	0.00	11.13	11.13	732.0	734.3	736.5
	40.	0.00	11.62	11.62	701.1	703.4	705.8
PV = 84.00 (0.00)							
	15.	0.00	12.70	12.70	1371.1	1376.5	1382.0

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             21.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  16.84  16.84     756.5    759.9    763.3
            21.    0.00  17.40  17.40     732.0    735.5    739.0
            40.    0.00  17.93  17.93     710.6    714.3    717.9
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  19.11  19.11    1424.2   1432.5   1440.7
FINAIS
             1.    0.00  16.84  16.84     756.4    759.8    763.2
             6.    0.00  16.98  16.98     750.1    753.5    757.0
            15.    0.00  17.24  17.24     739.1    742.6    746.1
            21.    0.00  17.40  17.40     732.0    735.5    739.0
            40.    0.00  17.93  17.93     710.7    714.3    717.9
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  19.14  19.14    1421.8   1430.0   1438.3
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  24.49  24.49     749.4    754.3    759.3
            21.    0.00  25.08  25.08     732.0    737.1    742.1
            40.    0.00  25.62  25.62     716.5    721.7    726.8
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  26.90  26.90    1457.8   1469.4   1481.0
FINAIS
             1.    0.00  24.50  24.50     749.3    754.3    759.2
             6.    0.00  24.64  24.64     744.9    749.9    754.8
            15.    0.00  24.90  24.90     737.1    742.1    747.1
            21.    0.00  25.08  25.08     732.0    737.1    742.1
            40.    0.00  25.62  25.62     716.5    721.7    726.8
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  26.94  26.94    1455.8   1467.4   1479.0
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                  FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             21.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  33.57  33.57     744.9    751.7    758.4
            21.    0.00  34.16  34.16     732.0    738.9    745.7
            40.    0.00  34.72  34.72     720.3    727.3    734.2
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  36.07  36.07    1481.1   1496.6   1512.0
FINAIS
             1.    0.00  33.57  33.57     744.9    751.7    758.4
             6.    0.00  33.72  33.72     741.6    748.4    755.2
            15.    0.00  33.98  33.99     735.8    742.6    749.5
            21.    0.00  34.16  34.16     732.0    738.9    745.7
            40.    0.00  34.72  34.72     720.3    727.3    734.2
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  36.11  36.11    1479.5   1494.9   1510.4
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  44.06  44.06     742.0    750.8    759.6
            21.    0.00  44.66  44.66     732.0    740.9    749.9
            40.    0.00  45.23  45.23     722.9    731.9    741.0
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  46.64  46.64    1497.7   1517.6   1537.5
FINAIS
             1.    0.00  44.06  44.06     742.0    750.8    759.6
             6.    0.00  44.21  44.21     739.5    748.3    757.2
            15.    0.00  44.48  44.48     735.0    743.9    752.8
            21.    0.00  44.66  44.66     732.0    740.9    749.9
            40.    0.00  45.23  45.23     722.9    731.9    741.0
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  46.68  46.68    1496.3   1516.3   1536.2
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                  FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             21.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  55.98  55.98     739.9    751.1    762.3
            21.    0.00  56.59  56.59     732.0    743.3    754.6
            40.    0.00  57.17  57.17     724.7    736.1    747.5
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  58.62  58.62    1509.9   1534.8   1559.7
FINAIS
             1.    0.00  55.98  55.98     739.9    751.1    762.3
             6.    0.00  56.13  56.13     737.9    749.1    760.3
            15.    0.00  56.41  56.41     734.4    745.6    756.9
            21.    0.00  56.59  56.59     732.0    743.3    754.6
            40.    0.00  57.17  57.17     724.7    736.1    747.5
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  58.66  58.66    1508.7   1533.7   1558.6
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO	**3/8”EAR**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**732 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**129 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 29/ 8/2022

PÁGINA 1

PROJETO: LT 500 kV CAPELINHA 3 - GOV.VALADARES 6 C1 E C2
PROJETO BÁSICO
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"

CABO: CAA 3/8" 1 POR FASE

diâmetro	= 9.14 mm	coef. dilat.i	=0.00001152 oC-1
área secção	= 51.08 mm2	coef. dilat.f	=0.00001152 oC-1
peso linear	= 0.4070 kg/m	mód. elast. i	= 18600. kgf/mm2
carga rupt.	= 6985. kgf	mód. elast. f	= 18200. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura	= 15.0 oC	Temperatura	= 0.0 oC
Pressão	= 129.00 kgf/m2	Pressão	= 0.00 kgf/m2
Carga	= 1.2478 kgf/m	Carga	= 0.0000 kgf/m

CADEIA:

Peso . . .	= 0.00 kgf
Comprimento	= 0.00 m
Área . . .	= 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura	= 15.0 oC	Temperatura	= 0.0 oC
Pressão	= 0.00 kgf/m2	Pressão	= 0.00 kgf/m2
Carga	= 0.00 kgf	Carga	= 0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 2

PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"

CABO: CAA 3/8" 1 POR FASE

PARTIDA: 732.0 kgf = 10.48 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
22.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 300.00 m CREEP = 0.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	5.76	5.76	794.8	796.0	797.1
	22.	0.00	6.26	6.26	732.0	733.3	734.5
	40.	0.00	6.68	6.68	686.4	687.7	689.1
PV = 129.00	(0.00)						
	15.	0.00	8.38	8.38	1677.8	1683.0	1688.2
FINAIS							
	1.	0.00	5.77	5.77	794.4	795.6	796.7
	6.	0.00	5.88	5.88	778.5	779.7	780.9
	15.	0.00	6.10	6.10	751.6	752.8	754.1
	22.	0.00	6.26	6.26	732.0	733.3	734.5
	40.	0.00	6.67	6.67	686.5	687.9	689.3
PV = 129.00	(0.00)						
	15.	0.00	8.41	8.41	1671.6	1676.8	1682.1

VÃO = 400.00 m CREEP = 0.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	10.57	10.57	770.6	772.8	774.9
	22.	0.00	11.13	11.13	732.0	734.3	736.5
	40.	0.00	11.60	11.60	702.5	704.9	707.2
PV = 129.00	(0.00)						
	15.	0.00	13.72	13.72	1821.7	1830.2	1838.7
FINAIS							
	1.	0.00	10.57	10.57	770.5	772.6	774.8
	6.	0.00	10.71	10.71	760.9	763.0	765.2
	15.	0.00	10.95	10.95	744.3	746.5	748.7
	22.	0.00	11.13	11.13	732.0	734.3	736.5
	40.	0.00	11.60	11.60	702.6	705.0	707.3
PV = 129.00	(0.00)						
	15.	0.00	13.76	13.76	1816.1	1824.7	1833.2

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 3

PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"

CABO: CAA 3/8" 1 POR FASE

PARTIDA: 732.0 kgf = 10.48 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
22.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 500.00 m CREEP = 0.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F CADEIA	L COND	E TOTAL	C HORIZ.	H MÉDIA	A SUPORTE	S
INICIAIS	1.	0.00	16.81	16.81	757.8	761.2	764.6	
	22.	0.00	17.40	17.40	732.0	735.5	739.0	
	40.	0.00	17.90	17.90	711.7	715.3	718.9	
PV = 129.00 (0.00)								
	15.	0.00	20.34	20.34	1921.5	1934.1	1946.7	
FINAIS								
	1.	0.00	16.81	16.81	757.7	761.1	764.5	
	6.	0.00	16.95	16.95	751.3	754.8	758.2	
	15.	0.00	17.21	17.21	740.3	743.8	747.3	
	22.	0.00	17.40	17.40	732.0	735.5	739.0	
	40.	0.00	17.90	17.90	711.8	715.4	719.0	
PV = 129.00 (0.00)								
	15.	0.00	20.39	20.39	1916.7	1929.3	1941.9	

VÃO = 600.00 m CREEP = 0.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F CADEIA	L COND	E TOTAL	C HORIZ.	H MÉDIA	A SUPORTE	S
INICIAIS	1.	0.00	24.46	24.47	750.3	755.2	760.1	
	22.	0.00	25.08	25.08	732.0	737.1	742.1	
	40.	0.00	25.60	25.60	717.3	722.4	727.6	
PV = 129.00 (0.00)								
	15.	0.00	28.27	28.27	1992.2	2009.6	2027.1	
FINAIS								
	1.	0.00	24.47	24.47	750.2	755.2	760.1	
	6.	0.00	24.61	24.61	745.8	750.7	755.7	
	15.	0.00	24.88	24.88	737.9	743.0	748.0	
	22.	0.00	25.08	25.08	732.0	737.1	742.1	
	40.	0.00	25.59	25.59	717.3	722.5	727.6	
PV = 129.00 (0.00)								
	15.	0.00	28.33	28.33	1988.0	2005.5	2023.0	

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  33.54  33.54     745.6    752.3    759.1
            22.    0.00  34.16  34.16     732.0    738.9    745.7
            40.    0.00  34.69  34.69     720.9    727.9    734.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  37.55  37.55    2043.3   2066.4   2089.5
FINAIS
             1.    0.00  33.54  33.54     745.6    752.3    759.1
             6.    0.00  33.69  33.69     742.3    749.1    755.8
            15.    0.00  33.96  33.96     736.4    743.3    750.1
            22.    0.00  34.16  34.16     732.0    738.9    745.7
            40.    0.00  34.69  34.69     720.9    727.9    734.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  37.61  37.61    2039.8   2062.9   2086.0
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  44.03  44.03     742.5    751.3    760.1
            22.    0.00  44.66  44.66     732.0    740.9    749.9
            40.    0.00  45.20  45.20     723.3    732.4    741.4
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  48.20  48.20    2081.1   2110.6   2140.1
FINAIS
             1.    0.00  44.03  44.03     742.5    751.3    760.1
             6.    0.00  44.18  44.18     740.0    748.8    757.7
            15.    0.00  44.45  44.45     735.4    744.4    753.3
            22.    0.00  44.66  44.66     732.0    740.9    749.9
            40.    0.00  45.20  45.20     723.3    732.4    741.4
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  48.27  48.27    2078.1   2107.6   2137.2
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO	**3/8”EAR**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**732 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  55.94  55.95     740.4    751.5    762.7
            22.    0.00  56.59  56.59     732.0    743.3    754.6
            40.    0.00  57.14  57.14     725.1    736.4    747.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  60.24  60.24    2109.6   2146.3   2183.1
FINAIS
             1.    0.00  55.95  55.95     740.3    751.5    762.7
             6.    0.00  56.10  56.10     738.3    749.5    760.7
            15.    0.00  56.38  56.38     734.8    746.0    757.2
            22.    0.00  56.59  56.59     732.0    743.3    754.6
            40.    0.00  57.14  57.14     725.1    736.4    747.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  60.32  60.32    2107.0   2143.8   2180.5
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO	**3/8"EAR**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**732 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)	**97 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 29/ 8/2022

PÁGINA 1

PROJETO: LT 500 kV CAPELINHA 3 - GOV.VALADARES 6 C1 E C2
PROJETO BÁSICO
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"

CABO: CAA 3/8" 1 POR FASE

diâmetro	= 9.14 mm	coef. dilat.i	=0.00001152 oC-1
área secção	= 51.08 mm2	coef. dilat.f	=0.00001152 oC-1
peso linear	= 0.4070 kg/m	mód. elast. i	= 18600. kgf/mm2
carga rupt.	= 6985. kgf	mód. elast. f	= 18200. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura	= 15.0 oC	Temperatura	= 0.0 oC
Pressão	= 97.00 kgf/m2	Pressão	= 0.00 kgf/m2
Carga	= 0.9759 kgf/m	Carga	= 0.0000 kgf/m

CADEIA:

Peso . . .	= 0.00 kgf
Comprimento	= 0.00 m
Área . . .	= 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura	= 15.0 oC	Temperatura	= 0.0 oC
Pressão	= 0.00 kgf/m2	Pressão	= 0.00 kgf/m2
Carga	= 0.00 kgf	Carga	= 0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **3/8"EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 2

PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"

CABO: CAA 3/8" 1 POR FASE

PARTIDA: 732.0 kgf = 10.48 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
22.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 300.00 m CREEP = 0.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	5.76	5.76	794.8	796.0	797.1
	22.	0.00	6.26	6.26	732.0	733.3	734.5
	40.	0.00	6.68	6.68	686.4	687.7	689.1
PV = 97.00 (0.00)							
	15.	0.00	7.79	7.79	1411.1	1414.9	1418.7
FINAIS							
	1.	0.00	5.77	5.77	794.4	795.6	796.7
	6.	0.00	5.88	5.88	778.5	779.7	780.9
	15.	0.00	6.10	6.10	751.6	752.8	754.1
	22.	0.00	6.26	6.26	732.0	733.3	734.6
	40.	0.00	6.67	6.67	686.6	687.9	689.3
PV = 97.00 (0.00)							
	15.	0.00	7.81	7.81	1406.8	1410.6	1414.4

VÃO = 400.00 m CREEP = 0.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	10.57	10.57	770.6	772.8	774.9
	22.	0.00	11.13	11.13	732.0	734.3	736.5
	40.	0.00	11.60	11.60	702.5	704.9	707.2
PV = 97.00 (0.00)							
	15.	0.00	12.97	12.97	1506.8	1513.1	1519.4
FINAIS							
	1.	0.00	10.57	10.57	770.5	772.6	774.8
	6.	0.00	10.71	10.71	760.9	763.0	765.2
	15.	0.00	10.95	10.95	744.3	746.5	748.7
	22.	0.00	11.13	11.13	732.0	734.2	736.5
	40.	0.00	11.60	11.60	702.6	705.0	707.3
PV = 97.00 (0.00)							
	15.	0.00	13.00	13.00	1503.1	1509.4	1515.7

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  16.81  16.81     757.8    761.2    764.6
            22.    0.00  17.40  17.40     732.0    735.5    739.0
            40.    0.00  17.90  17.90     711.7    715.3    718.9
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  19.46  19.46    1570.4   1579.8   1589.2
FINAIS
             1.    0.00  16.81  16.81     757.7    761.1    764.5
             6.    0.00  16.95  16.95     751.4    754.8    758.2
            15.    0.00  17.21  17.21     740.3    743.8    747.3
            22.    0.00  17.40  17.40     732.0    735.5    739.0
            40.    0.00  17.90  17.90     711.8    715.4    719.0
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  19.50  19.50    1567.2   1576.7   1586.1
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  24.46  24.47     750.3    755.2    760.1
            22.    0.00  25.08  25.08     732.0    737.1    742.1
            40.    0.00  25.60  25.60     717.3    722.4    727.6
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  27.29  27.29    1613.7   1626.9   1640.0
FINAIS
             1.    0.00  24.47  24.47     750.2    755.2    760.1
             6.    0.00  24.61  24.61     745.8    750.8    755.7
            15.    0.00  24.88  24.88     737.9    743.0    748.0
            22.    0.00  25.08  25.08     732.0    737.1    742.1
            40.    0.00  25.59  25.59     717.3    722.5    727.6
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  27.33  27.33    1611.1   1624.3   1637.5
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  33.54  33.54     745.6    752.3    759.1
            22.    0.00  34.16  34.16     732.0    738.9    745.7
            40.    0.00  34.69  34.69     720.9    727.9    734.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  36.49  36.49    1644.1   1661.7   1679.2
FINAIS
             1.    0.00  33.54  33.54     745.6    752.3    759.1
             6.    0.00  33.69  33.69     742.3    749.1    755.8
            15.    0.00  33.96  33.96     736.4    743.3    750.1
            22.    0.00  34.16  34.16     732.0    738.9    745.7
            40.    0.00  34.69  34.69     720.9    727.9    734.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  36.53  36.54    1642.0   1659.5   1677.1
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  44.03  44.03     742.5    751.3    760.1
            22.    0.00  44.66  44.66     732.0    740.9    749.9
            40.    0.00  45.20  45.20     723.3    732.4    741.4
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  47.07  47.07    1666.1   1688.6   1711.2
FINAIS
             1.    0.00  44.03  44.03     742.5    751.3    760.1
             6.    0.00  44.18  44.18     740.0    748.8    757.7
            15.    0.00  44.45  44.45     735.4    744.4    753.3
            22.    0.00  44.66  44.66     732.0    740.9    749.9
            40.    0.00  45.20  45.20     723.3    732.4    741.4
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  47.12  47.13    1664.3   1686.9   1709.4
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO	**3/8”EAR**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**732 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)	**97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                  FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  55.94  55.95     740.4    751.5    762.7
            22.    0.00  56.59  56.59     732.0    743.3    754.6
            40.    0.00  57.14  57.14     725.1    736.4    747.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  59.07  59.07    1682.3   1710.5   1738.7
FINAIS
             1.    0.00  55.95  55.95     740.3    751.5    762.7
             6.    0.00  56.10  56.10     738.3    749.5    760.7
            15.    0.00  56.38  56.38     734.8    746.0    757.2
            22.    0.00  56.59  56.59     732.0    743.3    754.6
            40.    0.00  57.14  57.14     725.1    736.4    747.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  59.12  59.12    1680.8   1709.0   1737.2
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1

CABO	**3/8”EAR**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**732 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**129 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 31/10/2022

PÁGINA 1

PROJETO: LT 500 KV - JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 C1
PROJETO BÁSICO
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"

CABO: CAA 3/8" 1 POR FASE
diâmetro = 9.14 mm coef. dilat.i =0.00001152 oC-1
área secção = 51.08 mm2 coef. dilat.f =0.00001152 oC-1
peso linear = 0.4070 kg/m mód. elast. i = 18600. kgf/mm2
carga rupt. = 6985. kgf mód. elast. f = 18200. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura	=	17.0 oC	Temperatura	=	0.0 oC
Pressão	=	129.00 kgf/m2	Pressão	=	0.00 kgf/m2
Carga	=	1.2478 kgf/m	Carga	=	0.0000 kgf/m

CADEIA:
Peso . . . = 0.00 kgf
Comprimento = 0.00 m
Área . . . = 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :			CONDIÇÃO 2 :		
Temperatura	=	17.0 oC	Temperatura	=	0.0 oC
Pressão	=	0.00 kgf/m2	Pressão	=	0.00 kgf/m2
Carga	=	0.00 kgf	Carga	=	0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00   5.79   5.79     791.5    792.7    793.9
            22.    0.00   6.26   6.26     732.0    733.3    734.5
            40.    0.00   6.68   6.68     686.3    687.7    689.0
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00   8.41   8.41    1671.3   1676.5   1681.7
FINAIS
             2.    0.00   5.79   5.79     791.2    792.3    793.5
             7.    0.00   5.91   5.91     775.4    776.6    777.8
            17.    0.00   6.14   6.14     745.9    747.1    748.4
            22.    0.00   6.26   6.26     732.0    733.3    734.5
            40.    0.00   6.67   6.67     686.6    687.9    689.3
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00   8.44   8.44    1665.2   1670.4   1675.7
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  10.60  10.60     768.7    770.8    773.0
            22.    0.00  11.13  11.13     732.0    734.3    736.5
            40.    0.00  11.60  11.60     702.5    704.9    707.2
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.76  13.76    1816.6   1825.1   1833.6
FINAIS
             2.    0.00  10.60  10.60     768.5    770.7    772.8
             7.    0.00  10.74  10.74     759.0    761.1    763.3
            17.    0.00  11.00  11.00     740.7    742.9    745.2
            22.    0.00  11.13  11.13     732.0    734.3    736.5
            40.    0.00  11.60  11.60     702.6    705.0    707.3
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.80  13.80    1811.1   1819.6   1828.2
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  16.84  16.84     756.5    759.9    763.3
            22.    0.00  17.40  17.40     732.0    735.5    739.0
            40.    0.00  17.90  17.90     711.7    715.3    718.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  20.38  20.38    1917.4   1930.0   1942.7
FINAIS
             2.    0.00  16.84  16.84     756.4    759.8    763.2
             7.    0.00  16.98  16.98     750.1    753.5    757.0
            17.    0.00  17.26  17.26     737.9    741.4    744.9
            22.    0.00  17.40  17.40     732.0    735.5    739.0
            40.    0.00  17.90  17.90     711.8    715.4    719.0
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  20.43  20.43    1912.6   1925.3   1937.9
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  24.49  24.49     749.4    754.3    759.3
            22.    0.00  25.08  25.08     732.0    737.1    742.1
            40.    0.00  25.59  25.60     717.3    722.4    727.6
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  28.32  28.32    1988.9   2006.4   2023.8
FINAIS
             2.    0.00  24.50  24.50     749.3    754.3    759.2
             7.    0.00  24.64  24.64     744.9    749.9    754.8
            17.    0.00  24.93  24.93     736.2    741.3    746.3
            22.    0.00  25.08  25.08     732.0    737.1    742.1
            40.    0.00  25.59  25.59     717.3    722.5    727.6
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  28.38  28.38    1984.7   2002.2   2019.7
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  33.57  33.57     744.9    751.7    758.4
            22.    0.00  34.16  34.16     732.0    738.9    745.7
            40.    0.00  34.69  34.69     720.9    727.9    734.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  37.60  37.60    2040.6   2063.7   2086.8
FINAIS
             2.    0.00  33.57  33.57     744.9    751.7    758.4
             7.    0.00  33.72  33.72     741.6    748.4    755.2
            17.    0.00  34.01  34.02     735.2    742.0    748.8
            22.    0.00  34.16  34.16     732.0    738.9    745.7
            40.    0.00  34.69  34.69     720.9    727.9    734.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  37.66  37.66    2037.1   2060.2   2083.4
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  44.06  44.06     742.0    750.8    759.6
            22.    0.00  44.66  44.66     732.0    740.9    749.9
            40.    0.00  45.20  45.20     723.3    732.4    741.4
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  48.25  48.25    2078.8   2108.4   2137.9
FINAIS
             2.    0.00  44.06  44.06     742.0    750.8    759.6
             7.    0.00  44.21  44.21     739.5    748.3    757.2
            17.    0.00  44.51  44.51     734.5    743.4    752.3
            22.    0.00  44.66  44.66     732.0    740.9    749.9
            40.    0.00  45.20  45.20     723.3    732.4    741.4
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  48.32  48.32    2075.8   2105.4   2135.0
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1

CABO	**3/8”EAR**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**732 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  55.98  55.98     739.9    751.1    762.3
            22.    0.00  56.59  56.59     732.0    743.3    754.6
            40.    0.00  57.14  57.14     725.1    736.4    747.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  60.30  60.30    2107.7   2144.4   2181.2
FINAIS
             2.    0.00  55.98  55.98     739.9    751.1    762.3
             7.    0.00  56.13  56.13     737.9    749.1    760.3
            17.    0.00  56.44  56.44     734.0    745.2    756.5
            22.    0.00  56.59  56.59     732.0    743.3    754.6
            40.    0.00  57.14  57.14     725.1    736.4    747.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  60.37  60.37    2105.1   2141.9   2178.7
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1

CABO	**3/8”EAR**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**732 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)	**97 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 31/10/2022

PÁGINA 1

PROJETO: LT 500 KV - JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 C1
PROJETO BÁSICO
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"

CABO: CAA 3/8" 1 POR FASE

diâmetro	= 9.14 mm	coef. dilat.i	=0.00001152 oC-1
área secção	= 51.08 mm2	coef. dilat.f	=0.00001152 oC-1
peso linear	= 0.4070 kg/m	mód. elast. i	= 18600. kgf/mm2
carga rupt.	= 6985. kgf	mód. elast. f	= 18200. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura	= 17.0 oC	Temperatura	= 0.0 oC
Pressão	= 97.00 kgf/m2	Pressão	= 0.00 kgf/m2
Carga	= 0.9759 kgf/m	Carga	= 0.0000 kgf/m

CADEIA:

Peso . . .	= 0.00 kgf
Comprimento	= 0.00 m
Área . . .	= 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura	= 17.0 oC	Temperatura	= 0.0 oC
Pressão	= 0.00 kgf/m2	Pressão	= 0.00 kgf/m2
Carga	= 0.00 kgf	Carga	= 0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00   5.79   5.79     791.5    792.7    793.9
            22.    0.00   6.26   6.26     732.0    733.3    734.5
            40.    0.00   6.68   6.68     686.3    687.7    689.0
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00   7.82   7.82    1404.7   1408.5   1412.3
FINAIS
             2.    0.00   5.79   5.79     791.2    792.3    793.5
             7.    0.00   5.91   5.91     775.4    776.6    777.8
            17.    0.00   6.14   6.14     745.9    747.1    748.4
            22.    0.00   6.26   6.26     732.0    733.3    734.5
            40.    0.00   6.67   6.67     686.6    687.9    689.3
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00   7.85   7.85    1400.5   1404.3   1408.1
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  10.60  10.60     768.7    770.8    773.0
            22.    0.00  11.13  11.13     732.0    734.3    736.5
            40.    0.00  11.60  11.60     702.5    704.9    707.2
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.01  13.01    1502.0   1508.3   1514.6
FINAIS
             2.    0.00  10.60  10.60     768.5    770.7    772.8
             7.    0.00  10.74  10.74     759.0    761.1    763.3
            17.    0.00  11.00  11.00     740.7    742.9    745.2
            22.    0.00  11.13  11.13     732.0    734.3    736.5
            40.    0.00  11.60  11.60     702.6    705.0    707.3
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.04  13.04    1498.3   1504.7   1511.0
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  16.84  16.84     756.5    759.9    763.3
            22.    0.00  17.40  17.40     732.0    735.5    739.0
            40.    0.00  17.90  17.90     711.7    715.3    718.9
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  19.51  19.51    1566.6   1576.1   1585.5
FINAIS
             2.    0.00  16.84  16.84     756.4    759.8    763.2
             7.    0.00  16.98  16.98     750.1    753.5    757.0
            17.    0.00  17.26  17.26     737.9    741.4    744.9
            22.    0.00  17.40  17.40     732.0    735.5    739.0
            40.    0.00  17.90  17.90     711.8    715.4    719.0
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  19.54  19.54    1563.6   1573.0   1582.5
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  24.49  24.49     749.4    754.3    759.3
            22.    0.00  25.08  25.08     732.0    737.1    742.1
            40.    0.00  25.59  25.60     717.3    722.4    727.6
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  27.34  27.34    1610.8   1624.0   1637.1
FINAIS
             2.    0.00  24.50  24.50     749.3    754.3    759.2
             7.    0.00  24.64  24.64     744.9    749.9    754.8
            17.    0.00  24.93  24.93     736.2    741.3    746.3
            22.    0.00  25.08  25.08     732.0    737.1    742.1
            40.    0.00  25.59  25.59     717.3    722.5    727.6
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  27.38  27.38    1608.2   1621.4   1634.6
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1

CABO **3/8”EAR**

TRAÇÃO DE PARTIDA **732 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  33.57  33.57     744.9    751.7    758.4
            22.    0.00  34.16  34.16     732.0    738.9    745.7
            40.    0.00  34.69  34.69     720.9    727.9    734.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  36.54  36.54    1641.8   1659.3   1676.9
FINAIS
             2.    0.00  33.57  33.57     744.9    751.7    758.4
             7.    0.00  33.72  33.72     741.6    748.4    755.2
            17.    0.00  34.01  34.02     735.2    742.0    748.8
            22.    0.00  34.16  34.16     732.0    738.9    745.7
            40.    0.00  34.69  34.69     720.9    727.9    734.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  36.59  36.59    1639.6   1657.2   1674.8
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  44.06  44.06     742.0    750.8    759.6
            22.    0.00  44.66  44.66     732.0    740.9    749.9
            40.    0.00  45.20  45.20     723.3    732.4    741.4
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  47.13  47.13    1664.2   1686.7   1709.3
FINAIS
             2.    0.00  44.06  44.06     742.0    750.8    759.6
             7.    0.00  44.21  44.21     739.5    748.3    757.2
            17.    0.00  44.51  44.51     734.5    743.4    752.3
            22.    0.00  44.66  44.66     732.0    740.9    749.9
            40.    0.00  45.20  45.20     723.3    732.4    741.4
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  47.18  47.18    1662.4   1685.0   1707.6
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1

CABO	**3/8”EAR**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**732 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)	**97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS EAR 3/8"
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  3/8"                                          1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    732.0 kgf  =   10.48 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   0.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  55.98  55.98     739.9    751.1    762.3
            22.    0.00  56.59  56.59     732.0    743.3    754.6
            40.    0.00  57.14  57.14     725.1    736.4    747.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  59.12  59.12    1680.7   1708.9   1737.2
FINAIS
             2.    0.00  55.98  55.98     739.9    751.1    762.3
             7.    0.00  56.13  56.13     737.9    749.1    760.3
            17.    0.00  56.44  56.44     734.0    745.2    756.5
            22.    0.00  56.59  56.59     732.0    743.3    754.6
            40.    0.00  57.14  57.14     725.1    736.4    747.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  59.18  59.18    1679.2   1707.5   1735.7
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO	**OPGW 14,9**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**980 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**89 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 8/11/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BÁSICO
LT 500 kV JAÍBA - JANAÚBA 6/JANAÚBA 3 C1 E C2
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*

CABO: CAA OPGW3* 44F70S PRYSMIAN 1 POR FASE

diâmetro =	14.90 mm	coef. dilat.i =	0.00001670 oC-1
área secção =	126.70 mm2	coef. dilat.f =	0.00001670 oC-1
peso linear =	0.5520 kg/m	mód. elast. i =	9228. kgf/mm2
carga rupt. =	6159. kgf	mód. elast. f =	9228. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	17.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	89.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	1.4364 kgf/m	Carga =	0.0000 kgf/m

CADEIA:

Peso . . . =	0.00 kgf
Comprimento =	0.00 m
Área . . . =	0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	17.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	0.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	0.00 kgf	Carga =	0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **980 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **89 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 2

PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*

CABO: CAA OPGW3* 44F70S PRYSMIAN 1 POR FASE

PARTIDA: 980.0 kgf = 15.91 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
22.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 300.00 m CREEP = 3.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	FLECHA CADEIA	FLECHA COND	FLECHA TOTAL	TRAÇÃO HORIZ.	TRAÇÃO MÉDIA	TRAÇÃO SUPORTE
INICIAIS	5.	0.00	5.68	5.68	1094.6	1096.2	1097.8
	22.	0.00	6.24	6.24	995.5	997.3	999.0
	40.	0.00	6.83	6.83	909.8	911.7	913.6
PV = 89.00	(0.00)						
	17.	0.00	8.08	8.08	2002.1	2007.8	2013.6
FINAIS							
	5.	0.00	5.78	5.78	1075.7	1077.3	1078.8
	10.	0.00	5.94	5.94	1045.5	1047.2	1048.8
	17.	0.00	6.17	6.18	1006.2	1007.9	1009.6
	22.	0.00	6.34	6.34	980.0	981.8	983.5
	40.	0.00	6.93	6.93	897.2	899.1	901.0
PV = 89.00	(0.00)						
	17.	0.00	8.15	8.15	1984.2	1990.0	1995.9

VÃO = 400.00 m CREEP = 3.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	FLECHA CADEIA	FLECHA COND	FLECHA TOTAL	TRAÇÃO HORIZ.	TRAÇÃO MÉDIA	TRAÇÃO SUPORTE
INICIAIS	5.	0.00	10.52	10.52	1050.4	1053.3	1056.2
	22.	0.00	11.17	11.17	989.8	992.9	995.9
	40.	0.00	11.83	11.83	934.4	937.6	940.9
PV = 89.00	(0.00)						
	17.	0.00	13.39	13.39	2148.0	2157.6	2167.1
FINAIS							
	5.	0.00	10.63	10.64	1039.1	1042.0	1044.9
	10.	0.00	10.83	10.83	1020.8	1023.8	1026.7
	17.	0.00	11.09	11.09	996.5	999.6	1002.6
	22.	0.00	11.28	11.28	980.0	983.1	986.2
	40.	0.00	11.94	11.94	925.9	929.2	932.4
PV = 89.00	(0.00)						
	17.	0.00	13.48	13.48	2134.3	2143.9	2153.6

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **980 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **89 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    980.0 kgf  =   15.91 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  16.83  16.83    1026.8   1031.4   1036.0
            22.    0.00  17.51  17.51     986.7    991.5    996.3
            40.    0.00  18.22  18.22     948.4    953.4    958.4
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  20.02  20.02    2247.1   2261.4   2275.6
FINAIS
             5.    0.00  16.95  16.95    1019.4   1024.0   1028.7
            10.    0.00  17.15  17.15    1007.4   1012.1   1016.8
            17.    0.00  17.43  17.43     991.2    995.9   1000.7
            22.    0.00  17.63  17.63     980.0    984.8    989.7
            40.    0.00  18.34  18.34     942.4    947.4    952.5
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  20.11  20.11    2236.5   2250.8   2265.1
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  24.57  24.57    1013.1   1019.9   1026.6
            22.    0.00  25.28  25.28     984.8    991.7    998.6
            40.    0.00  26.02  26.02     957.0    964.1    971.2
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  27.99  27.99    2316.0   2335.9   2355.8
FINAIS
             5.    0.00  24.70  24.70    1008.0   1014.7   1021.5
            10.    0.00  24.91  24.91     999.5   1006.3   1013.1
            17.    0.00  25.20  25.20     988.0    994.9   1001.8
            22.    0.00  25.41  25.41     980.0    986.9    993.9
            40.    0.00  26.14  26.14     952.6    959.7    966.9
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  28.09  28.09    2307.5   2327.4   2347.3
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO	**OPGW 14,9**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**980 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**89 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    980.0 kgf  =   15.91 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  33.76  33.76    1004.6   1013.8   1023.0
            22.    0.00  34.48  34.48     983.6    993.0   1002.4
            40.    0.00  35.24  35.24     962.6    972.2    981.8
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  37.34  37.34    2365.1   2391.5   2417.9
FINAIS
             5.    0.00  33.89  33.89    1000.8   1010.1   1019.3
            10.    0.00  34.10  34.10     994.6   1003.9   1013.2
            17.    0.00  34.40  34.40     986.0    995.4   1004.7
            22.    0.00  34.61  34.61     980.0    989.4    998.9
            40.    0.00  35.37  35.37     959.2    968.9    978.5
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  37.45  37.45    2358.1   2384.6   2411.1
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  44.38  44.38     999.0   1011.1   1023.1
            22.    0.00  45.12  45.12     982.8    995.0   1007.3
            40.    0.00  45.89  45.89     966.4    978.9    991.3
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  48.09  48.09    2400.8   2434.7   2468.6
FINAIS
             5.    0.00  44.51  44.52     996.1   1008.2   1020.3
            10.    0.00  44.73  44.73     991.3   1003.4   1015.6
            17.    0.00  45.04  45.04     984.7    996.9   1009.1
            22.    0.00  45.25  45.25     980.0    992.3   1004.6
            40.    0.00  46.02  46.02     963.8    976.2    988.7
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  48.21  48.21    2395.2   2429.1   2463.1
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO	**OPGW 14,9**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**980 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**89 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    980.0 kgf  =   15.91 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  56.46  56.46     995.1   1010.4   1025.6
            22.    0.00  57.21  57.21     982.2    997.7   1013.1
            40.    0.00  57.99  57.99     969.1    984.8   1000.4
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  60.27  60.27    2427.5   2469.8   2512.1
FINAIS
             5.    0.00  56.59  56.59     992.8   1008.1   1023.4
            10.    0.00  56.81  56.81     989.0   1004.3   1019.7
            17.    0.00  57.12  57.12     983.7    999.1   1014.6
            22.    0.00  57.34  57.34     980.0    995.5   1011.0
            40.    0.00  58.12  58.12     967.0    982.7    998.4
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  60.38  60.38    2422.8   2465.2   2507.5
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janúaba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO	**OPGW 14,9**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**992 kgf, a 21°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**84 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 8/11/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BÁSICO
LT 500 KV - JANAÚBA 6 - CAPELINHA C1 C2
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*

CABO: CAA OPGW3* 44F70S PRYSMIAN 1 POR FASE

diâmetro =	14.90 mm	coef. dilat.i =	0.00001670 oC-1
área secção =	126.70 mm2	coef. dilat.f =	0.00001670 oC-1
peso linear =	0.5520 kg/m	mód. elast. i =	9228. kgf/mm2
carga rupt. =	6159. kgf	mód. elast. f =	9228. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	15.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	84.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	1.3679 kgf/m	Carga =	0.0000 kgf/m

CADEIA:

Peso . . . =	0.00 kgf
Comprimento =	0.00 m
Área . . . =	0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	15.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	0.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	0.00 kgf	Carga =	0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 21.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV Janúaba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             21.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00   5.50   5.50    1130.0   1131.5   1133.0
            21.    0.00   6.16   6.16    1008.0   1009.7   1011.4
            40.    0.00   6.79   6.79     915.6    917.5    919.3
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00   7.88   7.88    1955.4   1960.8   1966.2
FINAIS
             1.    0.00   5.60   5.60    1109.8   1111.3   1112.9
             6.    0.00   5.76   5.77    1077.7   1079.3   1080.9
            15.    0.00   6.06   6.06    1024.5   1026.2   1027.8
            21.    0.00   6.26   6.26     992.0    993.7    995.4
            40.    0.00   6.88   6.88     902.7    904.6    906.5
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00   7.95   7.95    1937.3   1942.7   1948.2
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  10.26  10.26    1076.7   1079.5   1082.3
            21.    0.00  11.03  11.03    1002.1   1005.2   1008.2
            40.    0.00  11.73  11.73     942.1    945.3    948.5
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  13.10  13.10    2090.7   2099.6   2108.5
FINAIS
             1.    0.00  10.38  10.38    1064.7   1067.5   1070.4
             6.    0.00  10.57  10.57    1045.3   1048.2   1051.1
            15.    0.00  10.91  10.91    1012.5   1015.5   1018.5
            21.    0.00  11.14  11.14     992.0    995.1    998.1
            40.    0.00  11.84  11.84     933.4    936.6    939.9
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  13.19  13.19    2076.8   2085.8   2094.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janúaba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                    FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             21.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  16.48  16.48    1048.2   1052.7   1057.2
            21.    0.00  17.30  17.30     998.9   1003.6   1008.4
            40.    0.00  18.05  18.05     957.3    962.3    967.2
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  19.63  19.63    2182.0   2195.3   2208.7
FINAIS
             1.    0.00  16.60  16.60    1040.4   1044.9   1049.5
             6.    0.00  16.81  16.81    1027.7   1032.3   1036.9
            15.    0.00  17.18  17.18    1005.9   1010.6   1015.3
            21.    0.00  17.42  17.42     992.0    996.8   1001.5
            40.    0.00  18.17  18.17     951.2    956.2    961.1
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  19.73  19.73    2171.2   2184.6   2198.0
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  24.13  24.13    1031.7   1038.3   1044.9
            21.    0.00  24.97  24.97     996.9   1003.8   1010.6
            40.    0.00  25.76  25.76     966.7    973.8    980.8
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  27.49  27.49    2245.3   2263.9   2282.5
FINAIS
             1.    0.00  24.26  24.26    1026.3   1032.9   1039.6
             6.    0.00  24.47  24.47    1017.4   1024.1   1030.8
            15.    0.00  24.85  24.85    1001.9   1008.7   1015.5
            21.    0.00  25.10  25.10     992.0    998.9   1005.7
            40.    0.00  25.88  25.88     962.2    969.3    976.3
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  27.60  27.60    2236.7   2255.4   2274.0
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janúaba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             21.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  33.20  33.20    1021.5   1030.5   1039.6
            21.    0.00  34.06  34.06     995.7   1005.0   1014.3
            40.    0.00  34.87  34.87     972.8    982.3    991.8
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  36.72  36.72    2290.2   2314.9   2339.7
FINAIS
             1.    0.00  33.33  33.33    1017.5   1026.6   1035.7
             6.    0.00  33.55  33.55    1011.0   1020.1   1029.3
            15.    0.00  33.93  33.93     999.5   1008.7   1018.0
            21.    0.00  34.19  34.19     992.0   1001.3   1010.6
            40.    0.00  34.99  34.99     969.4    978.9    988.4
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  36.83  36.83    2283.2   2308.1   2332.9
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  43.69  43.69    1014.7   1026.6   1038.5
            21.    0.00  44.57  44.57     994.9   1007.0   1019.1
            40.    0.00  45.39  45.39     977.0    989.3   1001.7
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  47.33  47.33    2322.9   2354.6   2386.4
FINAIS
             1.    0.00  43.82  43.82    1011.7   1023.6   1035.5
             6.    0.00  44.04  44.04    1006.7   1018.6   1030.6
            15.    0.00  44.44  44.44     997.8   1009.9   1021.9
            21.    0.00  44.70  44.70     992.0   1004.1   1016.3
            40.    0.00  45.52  45.52     974.3    986.6    999.0
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  47.45  47.45    2317.2   2349.0   2380.9
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janúaba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO	**OPGW 14,9**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**992 kgf, a 21°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             21.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  55.61  55.61    1010.1   1025.1   1040.1
            21.    0.00  56.50  56.50     994.3   1009.6   1024.9
            40.    0.00  57.34  57.34     980.0    995.5   1011.0
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  59.35  59.35    2347.2   2386.9   2426.6
FINAIS
             1.    0.00  55.75  55.75    1007.6   1022.7   1037.8
             6.    0.00  55.97  55.97    1003.7   1018.8   1033.9
            15.    0.00  56.37  56.37     996.6   1011.9   1027.1
            21.    0.00  56.64  56.64     992.0   1007.3   1022.6
            40.    0.00  57.47  57.47     977.8    993.3   1008.8
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  59.47  59.47    2342.5   2382.2   2422.0
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 8/11/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BÁSICO
LT 500 kV CAPELINHA 3 - GOV.VALADARES 6 C1 E C2
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*

CABO: CAA OPGW3* 44F70S PRYSMIAN 1 POR FASE

diâmetro	= 14.90 mm	coef. dilat.i	=0.00001670 oC-1
área secção	= 126.70 mm2	coef. dilat.f	=0.00001670 oC-1
peso linear	= 0.5520 kg/m	mód. elast. i	= 9228. kgf/mm2
carga rupt.	= 6159. kgf	mód. elast. f	= 9228. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura	= 15.0 oC	Temperatura	= 0.0 oC
Pressão	= 129.00 kgf/m2	Pressão	= 0.00 kgf/m2
Carga	= 1.9998 kgf/m	Carga	= 0.0000 kgf/m

CADEIA:

Peso . . .	= 0.00 kgf
Comprimento	= 0.00 m
Área . . .	= 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura	= 15.0 oC	Temperatura	= 0.0 oC
Pressão	= 0.00 kgf/m2	Pressão	= 0.00 kgf/m2
Carga	= 0.00 kgf	Carga	= 0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00   5.46   5.46    1136.8   1138.3   1139.9
            22.    0.00   6.16   6.16    1007.9   1009.6   1011.3
            40.    0.00   6.75   6.75     920.0    921.8    923.7
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00   8.86   8.86    2542.3   2551.2   2560.0
FINAIS
             1.    0.00   5.56   5.56    1116.5   1118.0   1119.5
             6.    0.00   5.73   5.73    1083.9   1085.5   1087.1
            15.    0.00   6.03   6.03    1030.1   1031.8   1033.4
            22.    0.00   6.26   6.26     992.0    993.7    995.4
            40.    0.00   6.85   6.85     907.0    908.9    910.7
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00   8.92   8.92    2523.8   2532.7   2541.6
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  10.22  10.22    1080.8   1083.6   1086.4
            22.    0.00  11.03  11.03    1002.1   1005.2   1008.2
            40.    0.00  11.70  11.70     945.0    948.2    951.4
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  14.38  14.38    2786.9   2801.1   2815.4
FINAIS
             1.    0.00  10.34  10.34    1068.6   1071.5   1074.3
             6.    0.00  10.53  10.53    1049.1   1052.0   1054.9
            15.    0.00  10.88  10.88    1016.0   1019.0   1022.0
            22.    0.00  11.14  11.14     992.0    995.1    998.1
            40.    0.00  11.80  11.81     936.3    939.5    942.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  14.45  14.45    2771.8   2786.1   2800.5
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  16.44  16.44    1050.8   1055.3   1059.8
            22.    0.00  17.30  17.30     998.9   1003.6   1008.4
            40.    0.00  18.01  18.01     959.4    964.3    969.3
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  21.14  21.14    2962.9   2983.8   3004.8
FINAIS
             1.    0.00  16.56  16.56    1043.0   1047.5   1052.1
             6.    0.00  16.77  16.77    1030.2   1034.8   1039.4
            15.    0.00  17.14  17.14    1008.2   1012.9   1017.6
            22.    0.00  17.42  17.42     992.0    996.8   1001.5
            40.    0.00  18.13  18.13     953.2    958.2    963.2
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  21.23  21.23    2950.6   2971.6   2992.7
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  24.08  24.09    1033.5   1040.1   1046.7
            22.    0.00  24.97  24.97     996.9   1003.8   1010.6
            40.    0.00  25.72  25.72     968.3    975.3    982.3
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  29.20  29.20    3091.8   3120.6   3149.4
FINAIS
             1.    0.00  24.21  24.21    1028.1   1034.7   1041.4
             6.    0.00  24.43  24.43    1019.2   1025.9   1032.5
            15.    0.00  24.81  24.81    1003.6   1010.4   1017.2
            22.    0.00  25.10  25.10     992.0    998.9   1005.7
            40.    0.00  25.84  25.84     963.7    970.7    977.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  29.30  29.30    3081.5   3110.5   3139.4
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  33.15  33.15    1022.8   1031.9   1040.9
            22.    0.00  34.06  34.06     995.7   1005.0   1014.3
            40.    0.00  34.83  34.83     974.0    983.5    993.0
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  38.58  38.58    3187.5   3225.5   3263.5
FINAIS
             1.    0.00  33.28  33.28    1018.8   1027.9   1037.0
             6.    0.00  33.50  33.50    1012.3   1021.4   1030.5
            15.    0.00  33.89  33.89    1000.7   1010.0   1019.2
            22.    0.00  34.19  34.19     992.0   1001.3   1010.6
            40.    0.00  34.95  34.95     970.5    980.0    989.6
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  38.69  38.69    3179.0   3217.1   3255.2
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  43.65  43.65    1015.8   1027.6   1039.5
            22.    0.00  44.57  44.57     994.9   1007.0   1019.1
            40.    0.00  45.35  45.35     977.9    990.2   1002.5
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  49.32  49.32    3260.0   3308.3   3356.7
FINAIS
             1.    0.00  43.78  43.78    1012.7   1024.6   1036.5
             6.    0.00  44.00  44.00    1007.7   1019.6   1031.6
            15.    0.00  44.39  44.39     998.8   1010.8   1022.9
            22.    0.00  44.70  44.70     992.0   1004.1   1016.3
            40.    0.00  45.48  45.48     975.2    987.5    999.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  49.43  49.43    3252.9   3301.3   3349.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  55.57  55.57    1010.9   1025.9   1040.9
            22.    0.00  56.50  56.50     994.3   1009.6   1024.9
            40.    0.00  57.29  57.29     980.7    996.2   1011.7
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  61.44  61.44    3315.7   3375.6   3435.6
FINAIS
             1.    0.00  55.70  55.70    1008.4   1023.5   1038.6
             6.    0.00  55.93  55.93    1004.5   1019.6   1034.7
            15.    0.00  56.33  56.33     997.4   1012.6   1027.9
            22.    0.00  56.64  56.64     992.0   1007.3   1022.6
            40.    0.00  57.42  57.43     978.5    994.0   1009.5
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  61.56  61.56    3309.6   3369.7   3429.7
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
                              F  L  E  T  R  A

                        ESTUDO  DE  FLECHAS  E  TRAÇÕES
------------------------------------------------------------------
ENGEPRO ENGENHARIA                              DATA:  8/11/2022

                                                        PÁGINA       1
------------------------------------------------------------------

PROJETO: PROJETO BÁSICO
         LT 500 kV CAPELINHA 3 - GOV.VALADARES 6 C1 E C2
         CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
------------------------------------------------------------------

CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
      diâmetro    =   14.90 mm     coef. dilat.i =0.00001670 oC-1
      área secção =  126.70 mm2    coef. dilat.f =0.00001670 oC-1
      peso linear =  0.5520 kg/m   mód. elast. i =  9228. kgf/mm2
      carga rupt. =   6159. kgf    mód. elast. f =  9228. kgf/mm2

   VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:
      CONDIÇÃO  1 :                  CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   15.0  oC       Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =   97.00 kgf/m2   Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =  1.5471 kgf/m    Carga       =  0.0000 kgf/m


CADEIA:
      Peso . . .  =    0.00 kgf
      Comprimento =    0.00 m
      Área . . .  =    0.00 m2

   VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:
      CONDIÇÃO  1 :                  CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   15.0  oC       Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =    0.00 kgf/m2   Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =    0.00 kgf      Carga       =    0.00 kgf


TEMPERATURA  E D S =   22.0 oC


EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.


OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00   5.46   5.46    1136.8   1138.3   1139.9
            22.    0.00   6.16   6.16    1007.9   1009.6   1011.3
            40.    0.00   6.75   6.75     920.0    921.8    923.7
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00   8.16   8.16    2134.0   2140.3   2146.6
FINAIS
             1.    0.00   5.56   5.56    1116.5   1118.0   1119.5
             6.    0.00   5.73   5.73    1084.0   1085.5   1087.1
            15.    0.00   6.03   6.03    1030.1   1031.8   1033.4
            22.    0.00   6.26   6.26     992.0    993.7    995.4
            40.    0.00   6.85   6.85     907.0    908.9    910.7
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00   8.24   8.24    2115.6   2121.9   2128.3
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  10.22  10.22    1080.8   1083.6   1086.4
            22.    0.00  11.03  11.03    1002.1   1005.2   1008.2
            40.    0.00  11.70  11.70     945.0    948.2    951.4
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  13.47  13.47    2300.0   2310.4   2320.7
FINAIS
             1.    0.00  10.34  10.34    1068.6   1071.5   1074.3
             6.    0.00  10.53  10.53    1049.1   1052.0   1054.9
            15.    0.00  10.88  10.88    1016.0   1019.0   1022.0
            22.    0.00  11.14  11.14     992.0    995.1    998.1
            40.    0.00  11.80  11.81     936.3    939.5    942.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  13.56  13.56    2285.7   2296.2   2306.6
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  16.44  16.44    1050.8   1055.3   1059.8
            22.    0.00  17.30  17.30     998.9   1003.6   1008.4
            40.    0.00  18.01  18.01     959.4    964.3    969.3
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  20.06  20.06    2414.7   2430.1   2445.5
FINAIS
             1.    0.00  16.56  16.56    1043.0   1047.5   1052.1
             6.    0.00  16.77  16.77    1030.2   1034.8   1039.4
            15.    0.00  17.14  17.14    1008.2   1012.9   1017.6
            22.    0.00  17.42  17.42     992.0    996.8   1001.6
            40.    0.00  18.13  18.13     953.2    958.2    963.2
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  20.16  20.16    2403.4   2418.8   2434.3
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  24.08  24.09    1033.5   1040.1   1046.7
            22.    0.00  24.97  24.97     996.9   1003.8   1010.6
            40.    0.00  25.72  25.72     968.3    975.3    982.3
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  27.98  27.98    2495.5   2516.9   2538.3
FINAIS
             1.    0.00  24.21  24.21    1028.1   1034.7   1041.3
             6.    0.00  24.43  24.43    1019.2   1025.9   1032.5
            15.    0.00  24.81  24.81    1003.6   1010.4   1017.2
            22.    0.00  25.10  25.10     992.0    998.9   1005.7
            40.    0.00  25.84  25.84     963.7    970.7    977.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  28.08  28.08    2486.4   2507.9   2529.4
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  33.15  33.15    1022.8   1031.9   1040.9
            22.    0.00  34.06  34.06     995.7   1005.0   1014.3
            40.    0.00  34.83  34.83     974.0    983.5    993.0
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  37.24  37.25    2553.8   2582.2   2610.6
FINAIS
             1.    0.00  33.28  33.28    1018.8   1027.9   1037.0
             6.    0.00  33.50  33.50    1012.3   1021.4   1030.5
            15.    0.00  33.89  33.89    1000.7   1010.0   1019.2
            22.    0.00  34.19  34.19     992.0   1001.3   1010.6
            40.    0.00  34.95  34.95     970.5    980.0    989.6
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  37.35  37.35    2546.4   2574.8   2603.3
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  43.65  43.65    1015.8   1027.6   1039.5
            22.    0.00  44.57  44.57     994.9   1007.0   1019.1
            40.    0.00  45.35  45.35     977.9    990.2   1002.5
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  47.89  47.89    2596.7   2633.1   2669.4
FINAIS
             1.    0.00  43.78  43.78    1012.7   1024.6   1036.5
             6.    0.00  44.00  44.00    1007.7   1019.6   1031.6
            15.    0.00  44.39  44.40     998.8   1010.8   1022.9
            22.    0.00  44.70  44.70     992.0   1004.1   1016.3
            40.    0.00  45.48  45.48     975.2    987.5    999.9
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  48.00  48.00    2590.6   2627.0   2663.5
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  55.57  55.57    1010.9   1025.9   1040.9
            22.    0.00  56.50  56.50     994.3   1009.6   1024.9
            40.    0.00  57.29  57.29     980.7    996.2   1011.7
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  59.93  59.93    2629.0   2674.3   2719.6
FINAIS
             1.    0.00  55.70  55.70    1008.4   1023.5   1038.6
             6.    0.00  55.93  55.93    1004.5   1019.6   1034.7
            15.    0.00  56.33  56.33     997.4   1012.6   1027.9
            22.    0.00  56.64  56.64     992.0   1007.3   1022.6
            40.    0.00  57.42  57.43     978.5    994.0   1009.5
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  60.05  60.05    2623.8   2669.2   2714.6
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO	**OPGW 14,9**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**992 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**129 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 10/11/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BÁSICO
LT 500 KV - JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 C1
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*

CABO: CAA OPGW3* 44F70S PRYSMIAN 1 POR FASE

diâmetro =	14.90 mm	coef. dilat.i =	0.00001670 oC-1
área secção =	126.70 mm2	coef. dilat.f =	0.00001670 oC-1
peso linear =	0.5520 kg/m	mód. elast. i =	9228. kgf/mm2
carga rupt. =	6159. kgf	mód. elast. f =	9228. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	17.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	129.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	1.9998 kgf/m	Carga =	0.0000 kgf/m

CADEIA:

Peso . . . =	0.00 kgf
Comprimento =	0.00 m
Área . . . =	0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	17.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	0.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	0.00 kgf	Carga =	0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00   5.50   5.50    1130.0   1131.5   1133.0
            22.    0.00   6.16   6.16    1008.0   1009.7   1011.4
            40.    0.00   6.75   6.75     920.0    921.8    923.7
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00   8.90   8.90    2530.0   2538.8   2547.7
FINAIS
             2.    0.00   5.60   5.60    1109.8   1111.3   1112.9
             7.    0.00   5.76   5.77    1077.7   1079.3   1080.9
            17.    0.00   6.10   6.10    1018.9   1020.6   1022.3
            22.    0.00   6.26   6.26     992.0    993.7    995.4
            40.    0.00   6.85   6.85     907.0    908.8    910.7
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00   8.97   8.97    2511.6   2520.5   2529.5
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  10.26  10.26    1076.7   1079.5   1082.3
            22.    0.00  11.03  11.03    1002.1   1005.2   1008.2
            40.    0.00  11.70  11.70     945.0    948.2    951.4
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  14.43  14.43    2776.9   2791.2   2805.5
FINAIS
             2.    0.00  10.38  10.38    1064.7   1067.5   1070.4
             7.    0.00  10.57  10.57    1045.3   1048.2   1051.1
            17.    0.00  10.95  10.95    1009.0   1012.0   1015.0
            22.    0.00  11.14  11.14     992.0    995.1    998.1
            40.    0.00  11.80  11.81     936.3    939.5    942.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  14.51  14.51    2762.0   2776.4   2790.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  16.48  16.48    1048.2   1052.7   1057.2
            22.    0.00  17.30  17.30     998.9   1003.6   1008.4
            40.    0.00  18.01  18.01     959.4    964.3    969.3
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  21.20  21.20    2954.8   2975.7   2996.7
FINAIS
             2.    0.00  16.60  16.60    1040.4   1044.9   1049.5
             7.    0.00  16.81  16.81    1027.7   1032.3   1036.9
            17.    0.00  17.22  17.22    1003.5   1008.3   1013.0
            22.    0.00  17.42  17.42     992.0    996.8   1001.6
            40.    0.00  18.13  18.13     953.2    958.2    963.2
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  21.29  21.29    2942.5   2963.5   2984.6
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  24.13  24.13    1031.7   1038.3   1044.9
            22.    0.00  24.97  24.97     996.9   1003.8   1010.6
            40.    0.00  25.72  25.72     968.3    975.3    982.3
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  29.26  29.26    3084.9   3113.8   3142.7
FINAIS
             2.    0.00  24.26  24.26    1026.3   1032.9   1039.6
             7.    0.00  24.47  24.47    1017.4   1024.1   1030.8
            17.    0.00  24.89  24.89    1000.3   1007.1   1013.9
            22.    0.00  25.10  25.10     992.0    998.9   1005.7
            40.    0.00  25.84  25.84     963.7    970.7    977.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  29.36  29.36    3074.8   3103.8   3132.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  33.20  33.20    1021.5   1030.5   1039.6
            22.    0.00  34.06  34.06     995.7   1005.0   1014.3
            40.    0.00  34.83  34.83     974.0    983.5    993.0
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  38.65  38.65    3181.9   3220.0   3258.0
FINAIS
             2.    0.00  33.33  33.33    1017.5   1026.6   1035.7
             7.    0.00  33.55  33.55    1011.0   1020.1   1029.3
            17.    0.00  33.98  33.98     998.2   1007.5   1016.7
            22.    0.00  34.19  34.19     992.0   1001.3   1010.6
            40.    0.00  34.95  34.95     970.5    980.0    989.6
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  38.75  38.75    3173.4   3211.6   3249.7
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  43.69  43.69    1014.7   1026.6   1038.5
            22.    0.00  44.57  44.57     994.9   1007.0   1019.1
            40.    0.00  45.35  45.35     977.9    990.2   1002.5
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  49.39  49.39    3255.2   3303.7   3352.1
FINAIS
             2.    0.00  43.82  43.82    1011.7   1023.6   1035.5
             7.    0.00  44.04  44.04    1006.7   1018.6   1030.6
            17.    0.00  44.48  44.48     996.8   1008.9   1021.0
            22.    0.00  44.70  44.70     992.0   1004.1   1016.3
            40.    0.00  45.48  45.48     975.2    987.5    999.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  49.50  49.50    3248.1   3296.6   3345.2
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  55.61  55.61    1010.1   1025.1   1040.1
            22.    0.00  56.50  56.50     994.3   1009.6   1024.9
            40.    0.00  57.29  57.29     980.7    996.2   1011.7
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  61.52  61.52    3311.6   3371.7   3431.7
FINAIS
             2.    0.00  55.75  55.75    1007.6   1022.7   1037.8
             7.    0.00  55.97  55.97    1003.7   1018.8   1033.9
            17.    0.00  56.41  56.41     995.8   1011.1   1026.4
            22.    0.00  56.64  56.64     992.0   1007.3   1022.6
            40.    0.00  57.42  57.43     978.5    994.0   1009.5
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  61.63  61.63    3305.6   3365.7   3425.9
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
                        F  L  E  T  R  A

                  ESTUDO  DE  FLECHAS  E  TRAÇÕES
-------------------------------------------------------------------
ENGEPRO ENGENHARIA                          DATA:  8/11/2022

                                                      PÁGINA       1
-------------------------------------------------------------------

PROJETO: PROJETO BÁSICO
         LT 500 KV - JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 C1
         CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------

CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
      diâmetro    =   14.90 mm     coef. dilat.i =0.00001670 oC-1
      área secção =  126.70 mm2    coef. dilat.f =0.00001670 oC-1
      peso linear =  0.5520 kg/m   mód. elast. i =  9228. kgf/mm2
      carga rupt. =   6159. kgf    mód. elast. f =  9228. kgf/mm2

   VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:
      CONDIÇÃO  1 :                  CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   17.0  oC       Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =   97.00 kgf/m2   Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =  1.5471 kgf/m    Carga       =  0.0000 kgf/m


CADEIA:
      Peso . . .  =    0.00 kgf
      Comprimento =    0.00 m
      Área . . .  =    0.00 m2

   VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:
      CONDIÇÃO  1 :                  CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   17.0  oC       Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =    0.00 kgf/m2   Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =    0.00 kgf      Carga       =    0.00 kgf


TEMPERATURA  E D S =   22.0 oC


EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.


OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00   5.50   5.50    1130.0   1131.5   1133.0
            22.    0.00   6.16   6.16    1008.0   1009.7   1011.4
            40.    0.00   6.75   6.75     920.0    921.8    923.7
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00   8.21   8.21    2121.8   2128.1   2134.4
FINAIS
             2.    0.00   5.60   5.60    1109.8   1111.3   1112.9
             7.    0.00   5.77   5.77    1077.7   1079.3   1080.9
            17.    0.00   6.10   6.10    1018.9   1020.6   1022.3
            22.    0.00   6.26   6.26     992.0    993.7    995.5
            40.    0.00   6.85   6.85     907.0    908.8    910.7
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00   8.28   8.28    2103.6   2109.9   2116.3
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  10.26  10.26    1076.7   1079.5   1082.3
            22.    0.00  11.03  11.03    1002.1   1005.2   1008.2
            40.    0.00  11.70  11.70     945.0    948.2    951.4
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.53  13.53    2290.5   2300.9   2311.3
FINAIS
             2.    0.00  10.38  10.38    1064.7   1067.5   1070.4
             7.    0.00  10.57  10.57    1045.3   1048.2   1051.1
            17.    0.00  10.95  10.95    1009.0   1012.0   1015.0
            22.    0.00  11.14  11.14     992.0    995.1    998.1
            40.    0.00  11.80  11.81     936.3    939.5    942.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.61  13.61    2276.3   2286.8   2297.2
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  16.48  16.48    1048.2   1052.7   1057.2
            22.    0.00  17.30  17.30     998.9   1003.6   1008.4
            40.    0.00  18.01  18.01     959.4    964.3    969.3
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  20.13  20.13    2407.1   2422.6   2438.0
FINAIS
             2.    0.00  16.60  16.60    1040.4   1044.9   1049.5
             7.    0.00  16.81  16.81    1027.7   1032.3   1036.9
            17.    0.00  17.22  17.22    1003.5   1008.3   1013.0
            22.    0.00  17.42  17.42     992.0    996.8   1001.6
            40.    0.00  18.13  18.13     953.2    958.2    963.2
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  20.22  20.22    2395.8   2411.3   2426.9
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  24.13  24.13    1031.7   1038.3   1044.9
            22.    0.00  24.97  24.97     996.9   1003.8   1010.6
            40.    0.00  25.72  25.72     968.3    975.3    982.3
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  28.05  28.05    2489.5   2510.9   2532.4
FINAIS
             2.    0.00  24.26  24.26    1026.3   1032.9   1039.6
             7.    0.00  24.47  24.47    1017.4   1024.1   1030.8
            17.    0.00  24.89  24.89    1000.3   1007.1   1013.9
            22.    0.00  25.10  25.10     992.0    998.9   1005.7
            40.    0.00  25.84  25.84     963.7    970.7    977.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  28.15  28.15    2480.4   2501.9   2523.4
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  33.20  33.20    1021.5   1030.5   1039.6
            22.    0.00  34.06  34.06     995.7   1005.0   1014.3
            40.    0.00  34.83  34.83     974.0    983.5    993.0
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  37.32  37.32    2548.9   2577.3   2605.7
FINAIS
             2.    0.00  33.33  33.33    1017.5   1026.6   1035.7
             7.    0.00  33.55  33.55    1011.0   1020.1   1029.3
            17.    0.00  33.98  33.98     998.2   1007.5   1016.7
            22.    0.00  34.19  34.19     992.0   1001.3   1010.6
            40.    0.00  34.95  34.95     970.5    980.0    989.6
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  37.43  37.43    2541.5   2570.0   2598.5
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  43.69  43.69    1014.7   1026.6   1038.5
            22.    0.00  44.57  44.57     994.9   1007.0   1019.1
            40.    0.00  45.35  45.35     977.9    990.2   1002.5
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  47.97  47.97    2592.6   2629.0   2665.4
FINAIS
             2.    0.00  43.82  43.82    1011.7   1023.6   1035.5
             7.    0.00  44.04  44.04    1006.7   1018.6   1030.6
            17.    0.00  44.48  44.48     996.8   1008.9   1021.0
            22.    0.00  44.70  44.70     992.0   1004.1   1016.3
            40.    0.00  45.48  45.48     975.2    987.5    999.9
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  48.08  48.08    2586.5   2623.0   2659.5
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **992 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    992.0 kgf  =   16.11 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  55.61  55.61    1010.1   1025.1   1040.1
            22.    0.00  56.50  56.50     994.3   1009.6   1024.9
            40.    0.00  57.29  57.29     980.7    996.2   1011.7
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  60.01  60.01    2625.6   2670.9   2716.3
FINAIS
             2.    0.00  55.75  55.75    1007.6   1022.7   1037.8
             7.    0.00  55.97  55.97    1003.7   1018.8   1033.9
            17.    0.00  56.41  56.41     995.8   1011.1   1026.4
            22.    0.00  56.64  56.64     992.0   1007.3   1022.6
            40.    0.00  57.42  57.43     978.5    994.0   1009.5
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  60.13  60.13    2620.4   2665.9   2711.3
-------------------------------------------------------------------
```

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **980 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **130 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 10/11/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BÁSICO
LT 345 kV VIANA 2 - VIANA C3
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*

CABO: CAA OPGW3* 44F70S PRYSMIAN 1 POR FASE

diâmetro =	14.90 mm	coef. dilat.i =	0.00001670 oC-1
área secção =	126.70 mm2	coef. dilat.f =	0.00001670 oC-1
peso linear =	0.5520 kg/m	mód. elast. i =	9228. kgf/mm2
carga rupt. =	6159. kgf	mód. elast. f =	9228. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	19.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	130.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	2.0141 kgf/m	Carga =	0.0000 kgf/m

CADEIA:

Peso . . . =	0.00 kgf
Comprimento =	0.00 m
Área . . . =	0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	19.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	0.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	0.00 kgf	Carga =	0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 23.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **980 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **130 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    980.0 kgf  =   15.91 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             23.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00   5.64   5.64    1101.1   1102.7   1104.2
            23.    0.00   6.24   6.24     995.5    997.3    999.0
            40.    0.00   6.80   6.80     914.1    916.0    917.9
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00   8.99   9.00    2522.0   2531.0   2540.0
FINAIS
             5.    0.00   5.74   5.74    1081.9   1083.5   1085.1
            10.    0.00   5.91   5.91    1051.4   1053.0   1054.7
            19.    0.00   6.21   6.21    1000.8   1002.5   1004.2
            23.    0.00   6.34   6.34     980.0    981.8    983.5
            40.    0.00   6.89   6.89     901.3    903.2    905.1
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00   9.06   9.06    2503.9   2513.0   2522.0
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  10.48  10.48    1054.2   1057.1   1060.0
            23.    0.00  11.16  11.17     989.8    992.9    995.9
            40.    0.00  11.79  11.79     937.2    940.5    943.7
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00  14.58  14.58    2768.4   2783.0   2797.6
FINAIS
             5.    0.00  10.60  10.60    1042.8   1045.7   1048.6
            10.    0.00  10.79  10.79    1024.4   1027.3   1030.3
            19.    0.00  11.13  11.13     993.1    996.2    999.3
            23.    0.00  11.28  11.28     980.0    983.1    986.2
            40.    0.00  11.90  11.90     928.7    932.0    935.2
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00  14.65  14.65    2753.8   2768.5   2783.1
-------------------------------------------------------------------
```

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **980 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **130 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    980.0 kgf  =   15.91 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             23.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  450.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  13.45  13.45    1040.0   1043.6   1047.3
            23.    0.00  14.16  14.16     988.0    991.9    995.8
            40.    0.00  14.81  14.81     944.7    948.8    952.8
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00  17.84  17.84    2864.2   2882.0   2899.8
FINAIS
             5.    0.00  13.57  13.57    1030.8   1034.5   1038.3
            10.    0.00  13.77  13.77    1016.0   1019.8   1023.6
            19.    0.00  14.12  14.12     990.7    994.6    998.5
            23.    0.00  14.28  14.28     980.0    983.9    987.8
            40.    0.00  14.92  14.92     937.6    941.7    945.8
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00  17.92  17.92    2851.0   2868.9   2886.8
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  500.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  16.78  16.78    1029.3   1033.9   1038.5
            23.    0.00  17.51  17.51     986.6    991.4    996.2
            40.    0.00  18.18  18.18     950.4    955.4    960.4
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00  21.42  21.42    2945.5   2966.9   2988.3
FINAIS
             5.    0.00  16.91  16.91    1021.8   1026.5   1031.1
            10.    0.00  17.11  17.11    1009.7   1014.4   1019.1
            19.    0.00  17.47  17.47     988.9    993.7    998.5
            23.    0.00  17.63  17.63     980.0    984.8    989.7
            40.    0.00  18.30  18.30     944.4    949.4    954.4
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00  21.51  21.51    2933.5   2955.0   2976.4
-------------------------------------------------------------------
```

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **980 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **130 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    980.0 kgf  =   15.91 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             23.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  600.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  24.53  24.53    1014.9   1021.6   1028.3
            23.    0.00  25.28  25.28     984.8    991.7    998.6
            40.    0.00  25.98  25.98     958.5    965.6    972.7
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00  29.57  29.57    3074.9   3104.3   3133.7
FINAIS
             5.    0.00  24.66  24.66    1009.7   1016.4   1023.2
            10.    0.00  24.87  24.87    1001.2   1008.0   1014.8
            19.    0.00  25.24  25.24     986.4    993.3   1000.2
            23.    0.00  25.41  25.41     980.0    986.9    993.9
            40.    0.00  26.10  26.10     954.1    961.2    968.3
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00  29.67  29.67    3064.9   3094.4   3123.9
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  700.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  33.71  33.71    1005.9   1015.1   1024.3
            23.    0.00  34.48  34.48     983.6    993.0   1002.4
            40.    0.00  35.20  35.20     963.7    973.3    982.9
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00  39.07  39.07    3170.8   3209.5   3248.2
FINAIS
             5.    0.00  33.84  33.84    1002.1   1011.3   1020.5
            10.    0.00  34.06  34.06     995.8   1005.1   1014.4
            19.    0.00  34.44  34.44     984.8    994.2   1003.6
            23.    0.00  34.61  34.61     980.0    989.4    998.9
            40.    0.00  35.32  35.32     960.4    970.0    979.6
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00  39.17  39.17    3162.5   3201.3   3240.1
-------------------------------------------------------------------
```

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **980 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **130 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    980.0 kgf  =   15.91 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             23.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  800.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  44.34  44.34    1000.0   1012.0   1024.1
            23.    0.00  45.12  45.12     982.8    995.0   1007.3
            40.    0.00  45.85  45.85     967.3    979.7    992.2
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00  49.94  49.94    3243.3   3292.5   3341.8
FINAIS
             5.    0.00  44.47  44.47     997.1   1009.1   1021.2
            10.    0.00  44.69  44.69     992.2   1004.4   1016.5
            19.    0.00  45.08  45.08     983.7    996.0   1008.2
            23.    0.00  45.25  45.25     980.0    992.3   1004.6
            40.    0.00  45.98  45.98     964.6    977.1    989.6
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00  50.05  50.05    3236.3   3285.7   3335.1
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  900.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  56.41  56.41     995.9   1011.1   1026.4
            23.    0.00  57.21  57.21     982.2    997.7   1013.1
            40.    0.00  57.94  57.95     969.8    985.5   1001.1
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00  62.21  62.21    3298.8   3360.0   3421.1
FINAIS
             5.    0.00  56.55  56.55     993.6   1008.8   1024.1
            10.    0.00  56.77  56.77     989.7   1005.1   1020.4
            19.    0.00  57.16  57.16     983.0    998.4   1013.9
            23.    0.00  57.34  57.34     980.0    995.5   1011.0
            40.    0.00  58.07  58.08     967.7    983.4    999.0
PV = 130.00 (  0.00 )
            19.    0.00  62.32  62.32    3292.9   3354.2   3415.4
-------------------------------------------------------------------
```

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **980 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 10/11/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BÁSICO
LT 345 kV VIANA 2 - VIANA C3
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*

CABO: CAA OPGW3* 44F70S PRYSMIAN 1 POR FASE

diâmetro =	14.90 mm	coef. dilat.i =	0.00001670 oC-1
área secção =	126.70 mm2	coef. dilat.f =	0.00001670 oC-1
peso linear =	0.5520 kg/m	mód. elast. i =	9228. kgf/mm2
carga rupt. =	6159. kgf	mód. elast. f =	9228. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	19.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	97.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	1.5471 kgf/m	Carga =	0.0000 kgf/m

CADEIA:

Peso . . . =	0.00 kgf
Comprimento =	0.00 m
Área . . . =	0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	19.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	0.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	0.00 kgf	Carga =	0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 23.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **980 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    980.0 kgf  =   15.91 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             23.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00   5.64   5.64    1101.1   1102.7   1104.2
            23.    0.00   6.24   6.24     995.5    997.3    999.0
            40.    0.00   6.80   6.80     914.1    916.0    917.9
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00   8.29   8.29    2101.6   2108.0   2114.4
FINAIS
             5.    0.00   5.74   5.74    1081.9   1083.5   1085.1
            10.    0.00   5.91   5.91    1051.4   1053.0   1054.7
            19.    0.00   6.21   6.21    1000.9   1002.6   1004.3
            23.    0.00   6.34   6.34     980.0    981.8    983.5
            40.    0.00   6.89   6.89     901.3    903.2    905.1
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00   8.36   8.36    2083.8   2090.2   2096.6
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  10.48  10.48    1054.2   1057.1   1060.0
            23.    0.00  11.16  11.17     989.8    992.9    995.9
            40.    0.00  11.79  11.79     937.2    940.5    943.7
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00  13.66  13.66    2268.6   2279.1   2289.6
FINAIS
             5.    0.00  10.60  10.60    1042.8   1045.7   1048.6
            10.    0.00  10.79  10.79    1024.4   1027.3   1030.3
            19.    0.00  11.13  11.13     993.1    996.2    999.3
            23.    0.00  11.28  11.28     980.0    983.1    986.2
            40.    0.00  11.90  11.90     928.7    932.0    935.2
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00  13.75  13.75    2254.6   2265.2   2275.7
-------------------------------------------------------------------
```

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **980 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    980.0 kgf  =   15.91 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             23.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  450.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  13.45  13.45    1040.0   1043.6   1047.3
            23.    0.00  14.16  14.16     988.0    991.9    995.8
            40.    0.00  14.81  14.81     944.7    948.8    952.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00  16.83  16.83    2331.2   2344.1   2357.0
FINAIS
             5.    0.00  13.57  13.57    1030.8   1034.5   1038.3
            10.    0.00  13.77  13.77    1016.0   1019.8   1023.6
            19.    0.00  14.12  14.12     990.7    994.6    998.5
            23.    0.00  14.28  14.28     980.0    983.9    987.8
            40.    0.00  14.92  14.92     937.6    941.7    945.7
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00  16.92  16.92    2318.9   2331.9   2344.9
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  500.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  16.78  16.78    1029.3   1033.9   1038.5
            23.    0.00  17.51  17.51     986.6    991.4    996.2
            40.    0.00  18.18  18.18     950.4    955.4    960.4
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00  20.33  20.33    2383.3   2398.9   2414.5
FINAIS
             5.    0.00  16.91  16.91    1021.8   1026.5   1031.1
            10.    0.00  17.11  17.11    1009.7   1014.4   1019.1
            19.    0.00  17.47  17.47     988.9    993.7    998.5
            23.    0.00  17.63  17.63     980.0    984.8    989.7
            40.    0.00  18.30  18.30     944.4    949.4    954.4
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00  20.42  20.42    2372.4   2388.1   2403.7
-------------------------------------------------------------------
```

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **980 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    980.0 kgf  =   15.91 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             23.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  600.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  24.53  24.53    1014.9   1021.6   1028.3
            23.    0.00  25.28  25.28     984.8    991.7    998.6
            40.    0.00  25.98  25.98     958.5    965.6    972.7
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00  28.34  28.34    2464.1   2485.7   2507.4
FINAIS
             5.    0.00  24.66  24.66    1009.7   1016.4   1023.2
            10.    0.00  24.87  24.87    1001.2   1008.0   1014.8
            19.    0.00  25.24  25.24     986.4    993.3   1000.2
            23.    0.00  25.41  25.41     980.0    986.9    993.9
            40.    0.00  26.10  26.10     954.1    961.2    968.3
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00  28.44  28.44    2455.2   2477.0   2498.7
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  700.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  33.71  33.71    1005.9   1015.1   1024.3
            23.    0.00  34.48  34.48     983.6    993.0   1002.4
            40.    0.00  35.20  35.20     963.7    973.3    982.9
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00  37.72  37.72    2522.2   2550.9   2579.6
FINAIS
             5.    0.00  33.84  33.84    1002.1   1011.3   1020.5
            10.    0.00  34.06  34.06     995.8   1005.1   1014.4
            19.    0.00  34.44  34.44     984.8    994.2   1003.6
            23.    0.00  34.61  34.61     980.0    989.4    998.9
            40.    0.00  35.32  35.32     960.4    970.0    979.6
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00  37.82  37.83    2514.9   2543.8   2572.6
-------------------------------------------------------------------
```

LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS

CABO **OPGW 14,9**

TRAÇÃO DE PARTIDA **980 kgf, a 23°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW3*
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW3*          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:    980.0 kgf  =   15.91 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             23.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  800.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  44.34  44.34    1000.0   1012.0   1024.1
            23.    0.00  45.12  45.12     982.8    995.0   1007.3
            40.    0.00  45.85  45.85     967.3    979.7    992.2
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00  48.49  48.49    2564.9   2601.7   2638.5
FINAIS
             5.    0.00  44.47  44.47     997.1   1009.1   1021.2
            10.    0.00  44.69  44.69     992.2   1004.4   1016.5
            19.    0.00  45.08  45.08     983.7    996.0   1008.2
            23.    0.00  45.25  45.25     980.0    992.3   1004.6
            40.    0.00  45.98  45.98     964.6    977.1    989.6
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00  48.60  48.60    2558.9   2595.8   2632.7
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  900.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  56.41  56.41     995.9   1011.1   1026.4
            23.    0.00  57.21  57.21     982.2    997.7   1013.1
            40.    0.00  57.94  57.95     969.8    985.5   1001.1
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00  60.68  60.68    2596.9   2642.8   2688.6
FINAIS
             5.    0.00  56.55  56.55     993.6   1008.8   1024.1
            10.    0.00  56.77  56.77     989.7   1005.1   1020.4
            19.    0.00  57.16  57.16     983.0    998.4   1013.9
            23.    0.00  57.34  57.34     980.0    995.5   1011.0
            40.    0.00  58.07  58.08     967.7    983.4    999.0
PV =  97.00 (  0.00 )
            19.    0.00  60.80  60.80    2591.9   2637.9   2683.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1052,3 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **89 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 31/10/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BÁSICO
LT 500 kV JAÍBA - JANAÚBA 6/JANAÚBA 3 C1 E C2
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2

CABO: CAA OPGW2 44F70S PRYSMIAN 1 POR FASE

diâmetro =	13.40 mm	coef. dilat.i =	0.00001360 oC-1
área secção =	99.10 mm2	coef. dilat.f =	0.00001360 oC-1
peso linear =	0.5930 kg/m	mód. elast. i =	13266. kgf/mm2
carga rupt. =	8871. kgf	mód. elast. f =	13266. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	17.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	89.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	1.3319 kgf/m	Carga =	0.0000 kgf/m

CADEIA:

Peso . . . =	0.00 kgf
Comprimento =	0.00 m
Área . . . =	0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	17.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	0.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	0.00 kgf	Carga =	0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1052,3 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **89 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1052.3 kgf  =   11.86 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00   5.80   5.80    1151.6   1153.3   1155.0
            22.    0.00   6.26   6.26    1066.0   1067.8   1069.7
            40.    0.00   6.75   6.75     989.4    991.4    993.4
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00   7.71   7.71    1943.9   1949.0   1954.1
FINAIS
             5.    0.00   5.88   5.88    1135.5   1137.2   1138.9
            10.    0.00   6.02   6.02    1109.5   1111.3   1113.1
            17.    0.00   6.21   6.21    1075.3   1077.2   1079.0
            22.    0.00   6.34   6.34    1052.3   1054.2   1056.1
            40.    0.00   6.83   6.83     977.9    979.9    981.9
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00   7.78   7.78    1928.2   1933.4   1938.5
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  10.66  10.66    1113.3   1116.5   1119.6
            22.    0.00  11.19  11.19    1060.9   1064.2   1067.5
            40.    0.00  11.74  11.74    1011.7   1015.2   1018.6
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  12.93  12.93    2063.3   2071.9   2080.4
FINAIS
             5.    0.00  10.76  10.76    1103.6   1106.8   1110.0
            10.    0.00  10.91  10.91    1087.9   1091.1   1094.3
            17.    0.00  11.13  11.13    1066.8   1070.1   1073.3
            22.    0.00  11.28  11.28    1052.3   1055.6   1059.0
            40.    0.00  11.83  11.83    1004.1   1007.6   1011.0
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.00  13.00    2051.6   2060.3   2068.9
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1052,3 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **89 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1052.3 kgf  =   11.86 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  16.98  16.98    1092.9   1097.9   1102.9
            22.    0.00  17.54  17.54    1058.2   1063.3   1068.5
            40.    0.00  18.12  18.12    1024.4   1029.7   1035.0
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  19.47  19.47    2141.7   2154.6   2167.4
FINAIS
             5.    0.00  17.08  17.08    1086.6   1091.6   1096.6
            10.    0.00  17.25  17.25    1076.2   1081.3   1086.4
            17.    0.00  17.48  17.48    1062.1   1067.2   1072.4
            22.    0.00  17.64  17.64    1052.3   1057.5   1062.7
            40.    0.00  18.22  18.22    1019.0   1024.4   1029.7
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  19.56  19.56    2132.7   2145.6   2158.5
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  24.74  24.74    1081.1   1088.4   1095.7
            22.    0.00  25.32  25.32    1056.5   1063.9   1071.4
            40.    0.00  25.92  25.92    1032.0   1039.7   1047.3
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  27.38  27.39    2194.6   2212.7   2230.7
FINAIS
             5.    0.00  24.84  24.84    1076.7   1084.0   1091.3
            10.    0.00  25.01  25.01    1069.3   1076.7   1084.0
            17.    0.00  25.25  25.25    1059.3   1066.7   1074.1
            22.    0.00  25.42  25.42    1052.3   1059.8   1067.2
            40.    0.00  26.02  26.02    1028.1   1035.7   1043.4
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  27.47  27.47    2187.6   2205.7   2223.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1052,3 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **89 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1052.3 kgf  =   11.86 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  33.93  33.93    1073.7   1083.7   1093.6
            22.    0.00  34.52  34.52    1055.4   1065.5   1075.6
            40.    0.00  35.14  35.14    1037.0   1047.3   1057.6
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  36.69  36.69    2231.5   2255.5   2279.6
FINAIS
             5.    0.00  34.04  34.04    1070.4   1080.4   1090.4
            10.    0.00  34.21  34.21    1065.0   1075.0   1085.1
            17.    0.00  34.45  34.46    1057.5   1067.6   1077.7
            22.    0.00  34.63  34.63    1052.3   1062.4   1072.6
            40.    0.00  35.24  35.24    1034.0   1044.3   1054.6
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  36.78  36.78    2225.9   2250.0   2274.1
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  44.57  44.57    1068.9   1081.9   1094.9
            22.    0.00  45.17  45.17    1054.7   1067.9   1081.1
            40.    0.00  45.80  45.80    1040.4   1053.7   1067.1
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  47.41  47.41    2257.9   2288.9   2319.9
FINAIS
             5.    0.00  44.67  44.67    1066.3   1079.4   1092.4
            10.    0.00  44.85  44.85    1062.1   1075.2   1088.3
            17.    0.00  45.10  45.10    1056.4   1069.5   1082.7
            22.    0.00  45.27  45.27    1052.3   1065.5   1078.7
            40.    0.00  45.90  45.90    1038.0   1051.4   1064.8
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  47.51  47.51    2253.3   2284.4   2315.4
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

CABO	**OPGW 13,4**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**1052,3 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**89 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1052.3 kgf  =   11.86 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     5.    0.00  56.65  56.65    1065.5   1081.9   1098.4
            22.    0.00  57.26  57.26    1054.2   1070.9   1087.5
            40.    0.00  57.90  57.90    1042.7   1059.5   1076.3
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  59.56  59.56    2277.3   2316.1   2354.9
FINAIS
             5.    0.00  56.76  56.76    1063.5   1079.9   1096.4
            10.    0.00  56.93  56.94    1060.1   1076.7   1093.2
            17.    0.00  57.19  57.19    1055.5   1072.1   1088.7
            22.    0.00  57.36  57.36    1052.3   1068.9   1085.6
            40.    0.00  58.00  58.00    1040.8   1057.7   1074.5
PV =  89.00 (  0.00 )
            17.    0.00  59.66  59.66    2273.6   2312.4   2351.3
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO	**OPGW 13,4**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**1065,8 kgf, a 21°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**84 kgf/m²**

```
                              F  L  E  T  R  A

                        ESTUDO  DE  FLECHAS  E  TRAÇÕES
------------------------------------------------------------------------
ENGEPRO ENGENHARIA                              DATA: 31/10/2022

                                                          PÁGINA       1
------------------------------------------------------------------------

PROJETO: PROJETO BÁSICO
         LT 500 KV - JANAÚBA 6 - CAPELINHA C1 C2
         CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
------------------------------------------------------------------------

CABO: CAA  OPGW2            44F70S           PRYSMIAN    1 POR FASE
      diâmetro    =   13.40 mm      coef. dilat.i =0.00001360 oC-1
      área secção =   99.10 mm2     coef. dilat.f =0.00001360 oC-1
      peso linear =  0.5930 kg/m    mód. elast. i = 13266. kgf/mm2
      carga rupt. =   8871. kgf     mód. elast. f = 13266. kgf/mm2

   VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:
      CONDIÇÃO  1 :                   CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   15.0  oC        Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =   84.00 kgf/m2    Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =  1.2723 kgf/m     Carga       =  0.0000 kgf/m


CADEIA:
      Peso . . .  =    0.00 kgf
      Comprimento =    0.00 m
      Área . . .  =    0.00 m2

   VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:
      CONDIÇÃO  1 :                   CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   15.0  oC        Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =    0.00 kgf/m2    Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =    0.00 kgf       Carga       =    0.00 kgf


TEMPERATURA  E D S =   21.0 oC


EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.


OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM
```

LT 500 kV Janúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
            21.0 oC    -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00   5.63   5.63    1185.2   1186.9   1188.5
            21.    0.00   6.18   6.18    1079.9   1081.7   1083.6
            40.    0.00   6.69   6.69     997.1    999.1   1001.1
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00   7.53   7.53    1903.3   1908.0   1912.8
FINAIS
             1.    0.00   5.71   5.71    1168.1   1169.8   1171.4
             6.    0.00   5.85   5.85    1140.6   1142.3   1144.0
            15.    0.00   6.10   6.10    1094.4   1096.2   1098.0
            21.    0.00   6.26   6.26    1065.8   1067.7   1069.5
            40.    0.00   6.77   6.77     985.4    987.4    989.4
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00   7.59   7.59    1887.2   1892.0   1896.8
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  10.42  10.42    1139.2   1142.2   1145.3
            21.    0.00  11.05  11.05    1074.7   1078.0   1081.2
            40.    0.00  11.63  11.63    1021.3   1024.7   1028.1
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  12.66  12.66    2013.2   2021.2   2029.2
FINAIS
             1.    0.00  10.52  10.52    1128.9   1132.0   1135.1
             6.    0.00  10.67  10.67    1112.3   1115.4   1118.6
            15.    0.00  10.95  10.95    1083.8   1087.0   1090.3
            21.    0.00  11.14  11.14    1065.8   1069.1   1072.4
            40.    0.00  11.72  11.72    1013.4   1016.9   1020.4
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  12.73  12.73    2001.3   2009.4   2017.5
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
            21.0 oC    -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  16.65  16.65    1114.6   1119.5   1124.4
            21.    0.00  17.32  17.32    1071.8   1076.9   1082.0
            40.    0.00  17.93  17.93    1035.1   1040.3   1045.6
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  19.10  19.11    2085.0   2097.1   2109.2
FINAIS
             1.    0.00  16.75  16.75    1107.9   1112.8   1117.8
             6.    0.00  16.92  16.92    1096.9   1101.9   1106.9
            15.    0.00  17.22  17.22    1078.0   1083.0   1088.1
            21.    0.00  17.42  17.42    1065.8   1070.9   1076.1
            40.    0.00  18.03  18.03    1029.6   1034.9   1040.2
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  19.19  19.19    2076.0   2088.1   2100.2
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  24.30  24.30    1100.4   1107.5   1114.6
            21.    0.00  24.99  24.99    1070.1   1077.5   1084.8
            40.    0.00  25.64  25.64    1043.5   1051.0   1058.5
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  26.91  26.91    2133.4   2150.4   2167.3
FINAIS
             1.    0.00  24.41  24.41    1095.7   1102.9   1110.0
             6.    0.00  24.58  24.58    1088.0   1095.2   1102.4
            15.    0.00  24.89  24.89    1074.5   1081.8   1089.2
            21.    0.00  25.10  25.10    1065.8   1073.2   1080.5
            40.    0.00  25.74  25.74    1039.4   1047.0   1054.5
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  27.00  27.00    2126.4   2143.4   2160.3
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
            21.0 oC    -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  33.38  33.38    1091.5   1101.3   1111.0
            21.    0.00  34.08  34.08    1069.1   1079.0   1089.0
            40.    0.00  34.74  34.74    1048.9   1059.1   1069.2
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  36.09  36.09    2167.0   2189.7   2212.3
FINAIS
             1.    0.00  33.48  33.48    1088.0   1097.8   1107.7
             6.    0.00  33.66  33.66    1082.4   1092.2   1102.1
            15.    0.00  33.98  33.98    1072.3   1082.3   1092.2
            21.    0.00  34.19  34.19    1065.8   1075.8   1085.8
            40.    0.00  34.84  34.84    1045.8   1056.0   1066.2
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  36.18  36.18    2161.4   2184.1   2206.8
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  43.87  43.87    1085.6   1098.4   1111.2
            21.    0.00  44.59  44.59    1068.3   1081.3   1094.3
            40.    0.00  45.26  45.26    1052.6   1065.8   1079.0
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  46.66  46.66    2191.1   2220.2   2249.4
FINAIS
             1.    0.00  43.98  43.98    1083.0   1095.8   1108.7
             6.    0.00  44.16  44.16    1078.6   1091.5   1104.4
            15.    0.00  44.48  44.48    1070.9   1083.8   1096.8
            21.    0.00  44.69  44.70    1065.8   1078.8   1091.9
            40.    0.00  45.36  45.37    1050.2   1063.4   1076.6
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  46.76  46.76    2186.5   2215.7   2245.0
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Janúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 21°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **84 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
            21.0 oC    -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  55.80  55.80    1081.6   1097.8   1114.0
            21.    0.00  56.52  56.52    1067.8   1084.2   1100.7
            40.    0.00  57.20  57.20    1055.2   1071.8   1088.4
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  58.65  58.65    2208.7   2245.2   2281.7
FINAIS
             1.    0.00  55.90  55.91    1079.5   1095.7   1112.0
             6.    0.00  56.09  56.09    1076.0   1092.3   1108.6
            15.    0.00  56.41  56.41    1069.8   1086.2   1102.6
            21.    0.00  56.63  56.63    1065.8   1082.2   1098.7
            40.    0.00  57.31  57.31    1053.3   1069.9   1086.6
PV =  84.00 (  0.00 )
            15.    0.00  58.75  58.75    2205.0   2241.5   2278.1
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO	**OPGW 13,4**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**129 kgf/m²**

```
                              F  L  E  T  R  A

                        ESTUDO  DE  FLECHAS  E  TRAÇÕES
------------------------------------------------------------------------
ENGEPRO ENGENHARIA                              DATA: 31/10/2022

                                                          PÁGINA       1
------------------------------------------------------------------------

PROJETO: PROJETO BÁSICO
         LT 500 kV CAPELINHA 3 - GOV.VALADARES 6 C1 E C2
         CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
------------------------------------------------------------------------

CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
      diâmetro    =   13.40 mm     coef. dilat.i =0.00001360 oC-1
      área secção =   99.10 mm2    coef. dilat.f =0.00001360 oC-1
      peso linear =  0.5930 kg/m   mód. elast. i = 13266. kgf/mm2
      carga rupt. =   8871. kgf    mód. elast. f = 13266. kgf/mm2

   VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:
      CONDIÇÃO  1 :                  CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   15.0  oC       Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =  129.00 kgf/m2   Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =  1.8275 kgf/m    Carga       =  0.0000 kgf/m


CADEIA:
      Peso . . .  =    0.00 kgf
      Comprimento =    0.00 m
      Área . . .  =    0.00 m2

   VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:
      CONDIÇÃO  1 :                  CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   15.0  oC       Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =    0.00 kgf/m2   Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =    0.00 kgf      Carga       =    0.00 kgf


TEMPERATURA  E D S =   22.0 oC


EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.


OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00   5.60   5.60    1191.0   1192.7   1194.4
            22.    0.00   6.18   6.18    1079.9   1081.7   1083.5
            40.    0.00   6.67   6.67    1001.1   1003.1   1005.1
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00   8.39   8.39    2453.4   2461.1   2468.7
FINAIS
             1.    0.00   5.69   5.69    1173.7   1175.3   1177.0
             6.    0.00   5.82   5.82    1145.9   1147.7   1149.4
            15.    0.00   6.07   6.07    1099.3   1101.1   1102.9
            22.    0.00   6.26   6.26    1065.8   1067.7   1069.5
            40.    0.00   6.75   6.75     989.2    991.2    993.2
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00   8.45   8.45    2437.0   2444.6   2452.3
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  10.39  10.39    1142.6   1145.7   1148.8
            22.    0.00  11.05  11.05    1074.7   1078.0   1081.2
            40.    0.00  11.60  11.60    1023.9   1027.3   1030.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  13.75  13.75    2661.8   2674.3   2686.8
FINAIS
             1.    0.00  10.48  10.48    1132.3   1135.4   1138.5
             6.    0.00  10.64  10.64    1115.5   1118.7   1121.8
            15.    0.00  10.92  10.92    1086.9   1090.1   1093.3
            22.    0.00  11.14  11.14    1065.8   1069.1   1072.4
            40.    0.00  11.69  11.69    1016.0   1019.5   1022.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  13.82  13.82    2648.8   2661.4   2673.9
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  16.62  16.62    1116.8   1121.7   1126.6
            22.    0.00  17.32  17.32    1071.8   1076.9   1082.0
            40.    0.00  17.90  17.90    1036.9   1042.2   1047.4
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  20.39  20.39    2807.3   2825.7   2844.2
FINAIS
             1.    0.00  16.72  16.72    1110.1   1115.0   1120.0
             6.    0.00  16.89  16.89    1099.1   1104.1   1109.1
            15.    0.00  17.18  17.18    1080.0   1085.1   1090.2
            22.    0.00  17.41  17.42    1065.8   1070.9   1076.1
            40.    0.00  18.00  18.00    1031.4   1036.7   1042.0
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  20.46  20.46    2796.9   2815.4   2833.9
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  24.27  24.27    1101.9   1109.1   1116.2
            22.    0.00  24.99  24.99    1070.1   1077.5   1084.8
            40.    0.00  25.60  25.60    1044.8   1052.3   1059.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  28.34  28.34    2910.8   2936.4   2961.9
FINAIS
             1.    0.00  24.37  24.37    1097.2   1104.4   1111.6
             6.    0.00  24.55  24.55    1089.5   1096.7   1103.9
            15.    0.00  24.86  24.86    1076.0   1083.3   1090.6
            22.    0.00  25.10  25.10    1065.8   1073.2   1080.5
            40.    0.00  25.70  25.70    1040.8   1048.3   1055.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  28.42  28.42    2902.3   2928.0   2953.6
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  33.34  33.34    1092.6   1102.4   1112.2
            22.    0.00  34.08  34.08    1069.1   1079.0   1089.0
            40.    0.00  34.71  34.71    1049.9   1060.1   1070.3
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  37.63  37.63    2985.9   3019.8   3053.7
FINAIS
             1.    0.00  33.45  33.45    1089.2   1099.0   1108.8
             6.    0.00  33.62  33.63    1083.5   1093.3   1103.2
            15.    0.00  33.94  33.94    1073.4   1083.4   1093.3
            22.    0.00  34.19  34.19    1065.8   1075.8   1085.8
            40.    0.00  34.81  34.81    1046.8   1057.0   1067.2
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  37.72  37.72    2979.0   3013.0   3046.9
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  43.84  43.84    1086.5   1099.3   1112.1
            22.    0.00  44.59  44.59    1068.3   1081.3   1094.3
            40.    0.00  45.22  45.22    1053.4   1066.6   1079.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  48.30  48.30    3041.7   3085.0   3128.3
FINAIS
             1.    0.00  43.94  43.94    1083.9   1096.7   1109.5
             6.    0.00  44.12  44.12    1079.5   1092.4   1105.2
            15.    0.00  44.45  44.45    1071.7   1084.7   1097.7
            22.    0.00  44.69  44.70    1065.8   1078.8   1091.9
            40.    0.00  45.33  45.33    1051.0   1064.2   1077.4
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  48.39  48.39    3035.9   3079.3   3122.7
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  55.76  55.76    1082.3   1098.5   1114.7
            22.    0.00  56.52  56.52    1067.8   1084.2   1100.7
            40.    0.00  57.17  57.17    1055.9   1072.5   1089.1
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  60.36  60.36    3083.9   3137.8   3191.6
FINAIS
             1.    0.00  55.87  55.87    1080.2   1096.4   1112.6
             6.    0.00  56.05  56.05    1076.7   1093.0   1109.3
            15.    0.00  56.38  56.38    1070.5   1086.9   1103.3
            22.    0.00  56.63  56.63    1065.8   1082.3   1098.7
            40.    0.00  57.27  57.27    1053.9   1070.6   1087.2
PV = 129.00 (  0.00 )
            15.    0.00  60.45  60.45    3079.0   3133.0   3187.0
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
                              F  L  E  T  R  A

                        ESTUDO  DE  FLECHAS  E  TRAÇÕES
-----------------------------------------------------------------------
ENGEPRO ENGENHARIA                              DATA: 31/10/2022

                                                          PÁGINA       1
-----------------------------------------------------------------------

PROJETO: PROJETO BÁSICO
         LT 500 kV CAPELINHA 3 - GOV.VALADARES 6 C1 E C2
         CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-----------------------------------------------------------------------

CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
      diâmetro    =   13.40 mm     coef. dilat.i =0.00001360 oC-1
      área secção =   99.10 mm2    coef. dilat.f =0.00001360 oC-1
      peso linear =  0.5930 kg/m   mód. elast. i = 13266. kgf/mm2
      carga rupt. =   8871. kgf    mód. elast. f = 13266. kgf/mm2

   VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:
      CONDIÇÃO  1 :                  CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   15.0  oC       Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =   97.00 kgf/m2   Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =  1.4287 kgf/m    Carga       =  0.0000 kgf/m


CADEIA:
      Peso . . .  =    0.00 kgf
      Comprimento =    0.00 m
      Área . . .  =    0.00 m2

   VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:
      CONDIÇÃO  1 :                  CONDIÇÃO  2 :
      Temperatura =   15.0  oC       Temperatura =    0.0  oC
      Pressão     =    0.00 kgf/m2   Pressão     =    0.00 kgf/m2
      Carga       =    0.00 kgf      Carga       =    0.00 kgf


TEMPERATURA  E D S =   22.0 oC


EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.


OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00   5.60   5.60    1191.0   1192.7   1194.4
            22.    0.00   6.18   6.18    1079.9   1081.7   1083.5
            40.    0.00   6.67   6.67    1001.1   1003.1   1005.1
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00   7.77   7.78    2069.0   2074.6   2080.1
FINAIS
             1.    0.00   5.69   5.69    1173.7   1175.4   1177.1
             6.    0.00   5.82   5.82    1146.0   1147.7   1149.4
            15.    0.00   6.07   6.07    1099.3   1101.1   1102.9
            22.    0.00   6.26   6.26    1065.8   1067.6   1069.5
            40.    0.00   6.75   6.75     989.3    991.3    993.2
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00   7.84   7.84    2052.7   2058.3   2063.9
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  10.39  10.39    1142.6   1145.7   1148.8
            22.    0.00  11.05  11.05    1074.7   1078.0   1081.2
            40.    0.00  11.60  11.60    1023.9   1027.3   1030.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  12.97  12.97    2206.2   2215.4   2224.6
FINAIS
             1.    0.00  10.48  10.48    1132.3   1135.4   1138.5
             6.    0.00  10.64  10.64    1115.5   1118.7   1121.8
            15.    0.00  10.92  10.92    1086.9   1090.1   1093.3
            22.    0.00  11.14  11.14    1065.8   1069.1   1072.4
            40.    0.00  11.69  11.69    1016.0   1019.5   1022.9
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  13.04  13.04    2193.9   2203.2   2212.4
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

ENGEPRO ENGENHARIA: FLETRA-pág 3

PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2

CABO: CAA OPGW2 44F70S PRYSMIAN 1 POR FASE

PARTIDA: 1065.8 kgf = 12.01 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
22.0 oC - ESTADO FINAL, SEM VENTO

VÃO = 500.00 m CREEP = 3.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	16.62	16.62	1116.8	1121.7	1126.6
	22.	0.00	17.32	17.32	1071.8	1076.9	1082.0
	40.	0.00	17.90	17.90	1036.9	1042.2	1047.4
PV = 97.00 (0.00)							
	15.	0.00	19.47	19.47	2297.9	2311.7	2325.5
FINAIS							
	1.	0.00	16.72	16.72	1110.1	1115.0	1120.0
	6.	0.00	16.89	16.89	1099.1	1104.1	1109.1
	15.	0.00	17.18	17.18	1080.0	1085.1	1090.2
	22.	0.00	17.41	17.42	1065.8	1070.9	1076.1
	40.	0.00	18.00	18.00	1031.4	1036.7	1042.0
PV = 97.00 (0.00)							
	15.	0.00	19.55	19.55	2288.3	2302.2	2316.0

VÃO = 600.00 m CREEP = 3.00 oC

PR.VENTO [kgf/m2]	TEMP [oC]	F L E C H A S CADEIA	COND	TOTAL	T R A Ç Õ E S HORIZ.	MÉDIA	SUPORTE
INICIAIS	1.	0.00	24.27	24.27	1101.9	1109.1	1116.2
	22.	0.00	24.99	24.99	1070.1	1077.5	1084.8
	40.	0.00	25.60	25.60	1044.8	1052.3	1059.9
PV = 97.00 (0.00)							
	15.	0.00	27.31	27.31	2360.7	2380.0	2399.3
FINAIS							
	1.	0.00	24.37	24.37	1097.2	1104.4	1111.6
	6.	0.00	24.55	24.55	1089.5	1096.7	1103.9
	15.	0.00	24.86	24.86	1076.0	1083.3	1090.6
	22.	0.00	25.10	25.10	1065.8	1073.2	1080.5
	40.	0.00	25.70	25.70	1040.8	1048.3	1055.9
PV = 97.00 (0.00)							
	15.	0.00	27.40	27.40	2353.2	2372.5	2391.9

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                    FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  33.34  33.34    1092.6   1102.4   1112.2
            22.    0.00  34.08  34.08    1069.1   1079.0   1089.0
            40.    0.00  34.71  34.71    1049.9   1060.1   1070.3
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  36.52  36.52    2405.0   2430.7   2456.4
FINAIS
             1.    0.00  33.45  33.45    1089.2   1099.0   1108.8
             6.    0.00  33.62  33.63    1083.5   1093.3   1103.2
            15.    0.00  33.94  33.94    1073.4   1083.4   1093.3
            22.    0.00  34.19  34.19    1065.8   1075.8   1085.8
            40.    0.00  34.81  34.81    1046.8   1057.0   1067.2
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  36.61  36.61    2399.0   2424.7   2450.5
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  43.84  43.84    1086.5   1099.3   1112.1
            22.    0.00  44.59  44.59    1068.3   1081.3   1094.3
            40.    0.00  45.22  45.22    1053.4   1066.6   1079.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  47.11  47.12    2437.0   2470.0   2503.1
FINAIS
             1.    0.00  43.94  43.94    1083.9   1096.7   1109.5
             6.    0.00  44.12  44.12    1079.5   1092.4   1105.2
            15.    0.00  44.45  44.45    1071.7   1084.7   1097.7
            22.    0.00  44.69  44.70    1065.8   1078.8   1091.9
            40.    0.00  45.33  45.33    1051.0   1064.2   1077.4
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  47.21  47.21    2432.1   2465.2   2498.3
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     1.    0.00  55.76  55.76    1082.3   1098.5   1114.7
            22.    0.00  56.52  56.52    1067.8   1084.2   1100.7
            40.    0.00  57.17  57.17    1055.9   1072.5   1089.1
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  59.12  59.12    2460.8   2502.1   2543.4
FINAIS
             1.    0.00  55.87  55.87    1080.2   1096.4   1112.6
             6.    0.00  56.05  56.05    1076.7   1093.0   1109.3
            15.    0.00  56.38  56.38    1070.5   1086.9   1103.3
            22.    0.00  56.63  56.63    1065.8   1082.3   1098.7
            40.    0.00  57.27  57.27    1053.9   1070.6   1087.2
PV =  97.00 (  0.00 )
            15.    0.00  59.22  59.22    2456.7   2498.0   2539.4
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana2 C1, CS

CABO	**OPGW 13,4**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)	**129 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 31/10/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BÁSICO
LT 500 KV - JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 C1
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2

CABO: CAA OPGW2 44F70S PRYSMIAN 1 POR FASE
diâmetro = 13.40 mm coef. dilat.i =0.00001360 oC-1
área secção = 99.10 mm2 coef. dilat.f =0.00001360 oC-1
peso linear = 0.5930 kg/m mód. elast. i = 13266. kgf/mm2
carga rupt. = 8871. kgf mód. elast. f = 13266. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	17.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	129.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	1.8275 kgf/m	Carga =	0.0000 kgf/m

CADEIA:
Peso . . . = 0.00 kgf
Comprimento = 0.00 m
Área . . . = 0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	17.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	0.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	0.00 kgf	Carga =	0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana2 C1, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00   5.63   5.63    1185.2   1186.9   1188.5
            22.    0.00   6.18   6.18    1079.9   1081.7   1083.6
            40.    0.00   6.67   6.67    1001.1   1003.1   1005.1
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00   8.43   8.43    2442.4   2450.1   2457.8
FINAIS
             2.    0.00   5.71   5.71    1168.0   1169.7   1171.4
             7.    0.00   5.85   5.85    1140.6   1142.3   1144.0
            17.    0.00   6.13   6.13    1089.5   1091.3   1093.1
            22.    0.00   6.26   6.26    1065.8   1067.6   1069.5
            40.    0.00   6.75   6.75     989.2    991.2    993.2
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00   8.48   8.48    2426.1   2433.8   2441.6
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  10.42  10.42    1139.2   1142.2   1145.3
            22.    0.00  11.05  11.05    1074.7   1078.0   1081.2
            40.    0.00  11.60  11.60    1023.9   1027.4   1030.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.80  13.80    2653.1   2665.7   2678.2
FINAIS
             2.    0.00  10.52  10.52    1128.9   1132.0   1135.1
             7.    0.00  10.67  10.67    1112.3   1115.4   1118.6
            17.    0.00  10.98  10.98    1080.7   1084.0   1087.2
            22.    0.00  11.14  11.14    1065.8   1069.1   1072.4
            40.    0.00  11.69  11.69    1016.0   1019.5   1022.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.87  13.87    2640.2   2652.8   2665.4
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana2 C1, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  16.65  16.65    1114.6   1119.5   1124.4
            22.    0.00  17.32  17.32    1071.8   1076.9   1082.0
            40.    0.00  17.90  17.90    1036.9   1042.2   1047.4
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  20.44  20.44    2800.3   2818.8   2837.3
FINAIS
             2.    0.00  16.75  16.75    1107.9   1112.8   1117.8
             7.    0.00  16.92  16.92    1097.0   1101.9   1106.9
            17.    0.00  17.25  17.25    1075.9   1081.0   1086.1
            22.    0.00  17.41  17.42    1065.8   1070.9   1076.1
            40.    0.00  18.00  18.00    1031.4   1036.7   1042.0
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  20.51  20.52    2790.0   2808.6   2827.1
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  24.30  24.30    1100.4   1107.5   1114.6
            22.    0.00  24.99  24.99    1070.1   1077.5   1084.8
            40.    0.00  25.60  25.60    1044.8   1052.3   1059.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  28.39  28.39    2905.1   2930.8   2956.4
FINAIS
             2.    0.00  24.41  24.41    1095.7   1102.9   1110.0
             7.    0.00  24.58  24.58    1088.0   1095.2   1102.4
            17.    0.00  24.92  24.93    1073.1   1080.4   1087.7
            22.    0.00  25.10  25.10    1065.8   1073.2   1080.5
            40.    0.00  25.70  25.70    1040.8   1048.3   1055.9
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  28.47  28.47    2896.7   2922.4   2948.2
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana2 C1, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  33.38  33.38    1091.5   1101.3   1111.0
            22.    0.00  34.08  34.08    1069.1   1079.0   1089.0
            40.    0.00  34.71  34.71    1049.9   1060.1   1070.3
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  37.69  37.69    2981.3   3015.2   3049.2
FINAIS
             2.    0.00  33.48  33.48    1088.0   1097.8   1107.7
             7.    0.00  33.66  33.66    1082.4   1092.2   1102.1
            17.    0.00  34.01  34.01    1071.2   1081.2   1091.2
            22.    0.00  34.19  34.19    1065.8   1075.8   1085.8
            40.    0.00  34.81  34.81    1046.8   1057.0   1067.2
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  37.78  37.78    2974.4   3008.4   3042.4
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  43.87  43.87    1085.6   1098.4   1111.2
            22.    0.00  44.59  44.59    1068.3   1081.3   1094.3
            40.    0.00  45.22  45.22    1053.4   1066.6   1079.8
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  48.36  48.36    3037.8   3081.2   3124.5
FINAIS
             2.    0.00  43.98  43.98    1083.0   1095.8   1108.7
             7.    0.00  44.16  44.16    1078.6   1091.5   1104.4
            17.    0.00  44.52  44.52    1070.0   1083.0   1096.0
            22.    0.00  44.69  44.70    1065.8   1078.8   1091.9
            40.    0.00  45.33  45.33    1051.0   1064.2   1077.4
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  48.45  48.45    3032.1   3075.6   3119.0
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana2 C1, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **129 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  55.80  55.80    1081.6   1097.8   1114.0
            22.    0.00  56.52  56.52    1067.8   1084.2   1100.7
            40.    0.00  57.17  57.17    1055.9   1072.5   1089.1
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  60.42  60.42    3080.6   3134.6   3188.5
FINAIS
             2.    0.00  55.90  55.91    1079.5   1095.7   1112.0
             7.    0.00  56.09  56.09    1076.0   1092.3   1108.6
            17.    0.00  56.45  56.45    1069.2   1085.6   1102.0
            22.    0.00  56.63  56.63    1065.8   1082.3   1098.7
            40.    0.00  57.27  57.27    1053.9   1070.6   1087.2
PV = 129.00 (  0.00 )
            17.    0.00  60.52  60.52    3075.8   3129.8   3183.8
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana2 C1, CS

CABO	**OPGW 13,4**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)	**97 kgf/m²**

F L E T R A

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

ENGEPRO ENGENHARIA DATA: 31/10/2022

PÁGINA 1

PROJETO: PROJETO BÁSICO
LT 500 KV - JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2 C1
CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2

CABO: CAA OPGW2 44F70S PRYSMIAN 1 POR FASE

diâmetro =	13.40 mm	coef. dilat.i =	0.00001360 oC-1
área secção =	99.10 mm2	coef. dilat.f =	0.00001360 oC-1
peso linear =	0.5930 kg/m	mód. elast. i =	13266. kgf/mm2
carga rupt. =	8871. kgf	mód. elast. f =	13266. kgf/mm2

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	17.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	97.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	1.4287 kgf/m	Carga =	0.0000 kgf/m

CADEIA:

Peso . . . =	0.00 kgf
Comprimento =	0.00 m
Área . . . =	0.00 m2

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

CONDIÇÃO 1 :		CONDIÇÃO 2 :	
Temperatura =	17.0 oC	Temperatura =	0.0 oC
Pressão =	0.00 kgf/m2	Pressão =	0.00 kgf/m2
Carga =	0.00 kgf	Carga =	0.00 kgf

TEMPERATURA E D S = 22.0 oC

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana2 C1, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                    FLETRA-pág   2
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2          44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  300.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00   5.63   5.63    1185.2   1186.9   1188.5
            22.    0.00   6.18   6.18    1079.9   1081.7   1083.6
            40.    0.00   6.67   6.67    1001.1   1003.1   1005.1
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00   7.82   7.82    2058.1   2063.7   2069.2
FINAIS
             2.    0.00   5.71   5.71    1168.0   1169.7   1171.4
             7.    0.00   5.85   5.85    1140.6   1142.3   1144.0
            17.    0.00   6.13   6.13    1089.5   1091.3   1093.1
            22.    0.00   6.26   6.26    1065.8   1067.6   1069.5
            40.    0.00   6.75   6.75     989.2    991.2    993.2
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00   7.88   7.88    2042.0   2047.6   2053.2
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  400.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  10.42  10.42    1139.2   1142.2   1145.3
            22.    0.00  11.05  11.05    1074.7   1078.0   1081.2
            40.    0.00  11.60  11.60    1023.9   1027.4   1030.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.02  13.02    2198.0   2207.2   2216.5
FINAIS
             2.    0.00  10.52  10.52    1128.9   1132.0   1135.1
             7.    0.00  10.67  10.67    1112.3   1115.4   1118.6
            17.    0.00  10.98  10.98    1080.8   1084.0   1087.2
            22.    0.00  11.14  11.14    1065.8   1069.1   1072.4
            40.    0.00  11.69  11.69    1016.0   1019.5   1022.9
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  13.09  13.09    2185.8   2195.1   2204.4
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana2 C1, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   3
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  500.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  16.65  16.65    1114.6   1119.5   1124.4
            22.    0.00  17.32  17.32    1071.8   1076.9   1082.0
            40.    0.00  17.90  17.90    1036.9   1042.2   1047.4
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  19.52  19.52    2291.5   2305.3   2319.1
FINAIS
             2.    0.00  16.75  16.75    1107.9   1112.8   1117.8
             7.    0.00  16.92  16.92    1097.0   1101.9   1106.9
            17.    0.00  17.25  17.25    1075.9   1081.0   1086.1
            22.    0.00  17.41  17.42    1065.8   1070.9   1076.1
            40.    0.00  18.00  18.00    1031.4   1036.7   1042.0
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  19.60  19.60    2282.1   2296.0   2309.8
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  600.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  24.30  24.30    1100.4   1107.5   1114.6
            22.    0.00  24.99  24.99    1070.1   1077.5   1084.8
            40.    0.00  25.60  25.60    1044.8   1052.3   1059.9
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  27.37  27.37    2355.7   2375.0   2394.4
FINAIS
             2.    0.00  24.41  24.41    1095.7   1102.9   1110.0
             7.    0.00  24.58  24.58    1088.0   1095.2   1102.4
            17.    0.00  24.92  24.93    1073.1   1080.4   1087.7
            22.    0.00  25.10  25.10    1065.8   1073.2   1080.5
            40.    0.00  25.70  25.70    1040.8   1048.3   1055.9
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  27.45  27.45    2348.2   2367.6   2387.0
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana2 C1, CS

CABO	**OPGW 13,4**
TRAÇÃO DE PARTIDA	**1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)	**97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   4
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  700.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  33.38  33.38    1091.5   1101.3   1111.0
            22.    0.00  34.08  34.08    1069.1   1079.0   1089.0
            40.    0.00  34.71  34.71    1049.9   1060.1   1070.3
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  36.58  36.58    2400.9   2426.7   2452.5
FINAIS
             2.    0.00  33.48  33.48    1088.0   1097.8   1107.7
             7.    0.00  33.66  33.66    1082.4   1092.2   1102.1
            17.    0.00  34.01  34.01    1071.2   1081.2   1091.2
            22.    0.00  34.19  34.19    1065.8   1075.8   1085.8
            40.    0.00  34.81  34.81    1046.8   1057.0   1067.2
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  36.67  36.67    2395.0   2420.8   2446.6
-------------------------------------------------------------------


VÃO =  800.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  43.87  43.87    1085.6   1098.4   1111.2
            22.    0.00  44.59  44.59    1068.3   1081.3   1094.3
            40.    0.00  45.22  45.22    1053.4   1066.6   1079.8
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  47.18  47.18    2433.7   2466.8   2499.9
FINAIS
             2.    0.00  43.98  43.98    1083.0   1095.8   1108.7
             7.    0.00  44.16  44.16    1078.6   1091.5   1104.4
            17.    0.00  44.52  44.52    1070.0   1083.0   1096.0
            22.    0.00  44.69  44.70    1065.8   1078.8   1091.9
            40.    0.00  45.33  45.33    1051.0   1064.2   1077.4
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  47.28  47.28    2428.8   2462.0   2495.1
-------------------------------------------------------------------
```

LT 500 kV João Neiva 2 – Viana2 C1, CS

CABO **OPGW 13,4**

TRAÇÃO DE PARTIDA **1065,8 kgf, a 22°C, sem vento, final**

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) **97 kgf/m²**

```
ENGEPRO ENGENHARIA:                                   FLETRA-pág   5
-------------------------------------------------------------------
PROJETO: CONDIÇÃO DE GOVERNO - PARA-RAIOS OPGW2
-------------------------------------------------------------------
CABO: CAA  OPGW2           44F70S          PRYSMIAN    1 POR FASE
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
PARTIDA:   1065.8 kgf  =   12.01 %  CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
             22.0 oC   -   ESTADO FINAL, SEM VENTO
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -


VÃO =  900.00  m    CREEP =   3.00 oC
-------------------------------------------------------------------
PR.VENTO   TEMP   F  L  E  C  H  A  S      T  R  A  Ç  Õ  E  S
[kgf/m2]   [oC]   CADEIA  COND  TOTAL    HORIZ.   MÉDIA   SUPORTE
-------------------------------------------------------------------
INICIAIS     2.    0.00  55.80  55.80    1081.6   1097.8   1114.0
            22.    0.00  56.52  56.52    1067.8   1084.2   1100.7
            40.    0.00  57.17  57.17    1055.9   1072.5   1089.1
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  59.19  59.19    2458.0   2499.4   2540.7
FINAIS
             2.    0.00  55.90  55.91    1079.5   1095.7   1112.0
             7.    0.00  56.09  56.09    1076.0   1092.3   1108.6
            17.    0.00  56.45  56.45    1069.2   1085.6   1102.0
            22.    0.00  56.63  56.63    1065.8   1082.3   1098.7
            40.    0.00  57.27  57.27    1053.9   1070.6   1087.2
PV =  97.00 (  0.00 )
            17.    0.00  59.29  59.29    2453.9   2495.3   2536.8
-------------------------------------------------------------------
```

ANEXO 2 – COMPARAÇÃO DAS FLECHAS CONDUTOR / PÁRA-RAIOS

- **LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD**

FLECHAS DOS CONDUTORES E PÁRA-RAIOS

VÃO	AAAC998 (A)	OPGW 14,9 (D)	OPGW 13,4 (E)
300	7,05	6,34	6,34
400	12,53	11,28	11,28
500	19,6	17,64	17,64
600	28,24	25,42	25,42
700	38,48	34,63	34,63
800	50,33	45,27	45,28
900	63,78	57,36	57,37

COMPARAÇÃO DAS FLECHAS

VÃO	OPGW 14,9 (B)/(A)	OPGW 13,4 (C)/(A)
300	0,90	0,90
400	0,90	0,90
500	0,90	0,90
600	0,90	0,90
700	0,90	0,90
800	0,90	0,90
900	0,90	0,90

Flechas a 22°C, sem vento, final

Valores em metro

- **LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS**

FLECHAS DOS CONDUTORES E PÁRA-RAIOS

VÃO	AAAC 838 (A)	DOTTEREL (B)	3/8" EAR (C)	OPGW 14,9 (D)	OPGW 13,4 (E)
300	6,96	6,26	6,26	6,26	6,26
400	12,38	11,14	11,14	11,14	11,14
500	19,35	17,41	17,41	17,41	17,41
600	27,89	25,09	25,09	25,09	25,09
700	38	34,18	34,18	34,18	34,18
800	49,7	44,69	44,69	44,69	44,69
900	62,98	56,62	56,62	56,62	56,62

COMPARAÇÃO DAS FLECHAS

VÃO	DOTTEREL (B)/(A)	3/8" EAR (C)/(A)	OPGW 14,9 (D)/(A)	OPGW 13,4 (E)/(A)
300	0,90	0,90	0,90	0,90
400	0,90	0,90	0,90	0,90
500	0,90	0,90	0,90	0,90
600	0,90	0,90	0,90	0,90
700	0,90	0,90	0,90	0,90
800	0,90	0,90	0,90	0,90
900	0,90	0,90	0,90	0,90

Flechas a 21°C, sem vento, final

Valores em metro

- **LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS**

FLECHAS DOS CONDUTORES E PÁRA-RAIOS

VÃO	AAAC 829 (A)	DOTTEREL (B)	3/8" EAR (C)	OPGW 14,9 (D)	OPGW 13,4 (E)
300	6,96	6,26	6,26	6,26	6,26
400	12,38	11,14	11,14	11,14	11,14
500	19,35	17,41	17,41	17,41	17,41
600	27,89	25,09	25,09	25,09	25,09
700	38	34,18	34,18	34,18	34,18
800	49,7	44,69	44,69	44,69	44,69
900	62,98	56,62	56,62	56,62	56,62

COMPARAÇÃO DAS FLECHAS

VÃO	DOTTEREL (B)/(A)	3/8" EAR (C)/(A)	OPGW 14,9 (D)/(A)	OPGW 13,4 (E)/(A)
300	0,90	0,90	0,90	0,90
400	0,90	0,90	0,90	0,90
500	0,90	0,90	0,90	0,90
600	0,90	0,90	0,90	0,90
700	0,90	0,90	0,90	0,90
800	0,90	0,90	0,90	0,90
900	0,90	0,90	0,90	0,90

Flechas a 22°C, sem vento, final

Valores em metro

- **LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS**

FLECHAS DOS CONDUTORES E PÁRA-RAIOS

VÃO	AAAC838 (A)	OPGW 14,9 (D)	OPGW 13,4 (E)
300	6,96	6,26	6,27
400	12,38	11,14	11,16
500	19,35	17,41	17,44
600	27,89	25,1	25,13
700	38	34,19	34,24
800	49,7	44,69	44,76
900	62,98	56,63	56,72

COMPARAÇÃO DAS FLECHAS

VÃO	OPGW 14,9 (B)/(A)	OPGW 13,4 (C)/(A)
300	0,90	0,90
400	0,90	0,90
500	0,90	0,90
600	0,90	0,90
700	0,90	0,90
800	0,90	0,90
900	0,90	0,90

Flechas a 22°C, sem vento, final

Valores em metro

- **LT 345 kV Viana 2 – Viana C3, CS**

FLECHAS DOS CONDUTORES E PÁRA-RAIOS

VÃO	AAAC998 (A)	OPGW 14,9 (B)
300	7,05	6,34
400	12,53	11,28
450	15,87	14,28
500	19,6	17,64
600	28,24	25,42
700	38,48	34,63
800	50,33	45,27
900	63,78	57,36

COMPARAÇÃO DAS FLECHAS

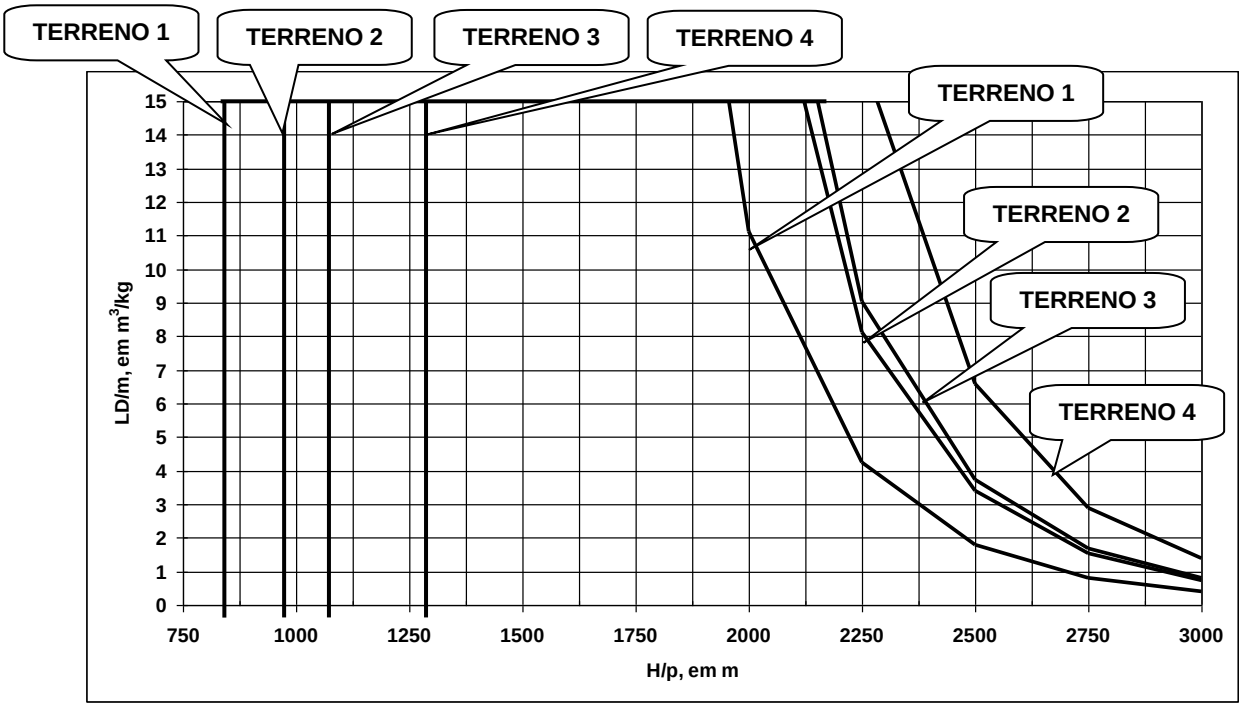
VÃO	OPGW 14,9 (B)/(A)
300	0,90
400	0,90
450	0,90
500	0,90
600	0,90
700	0,90
800	0,90
900	0,90

Flechas a 23°C, sem vento, final

Valores em metro

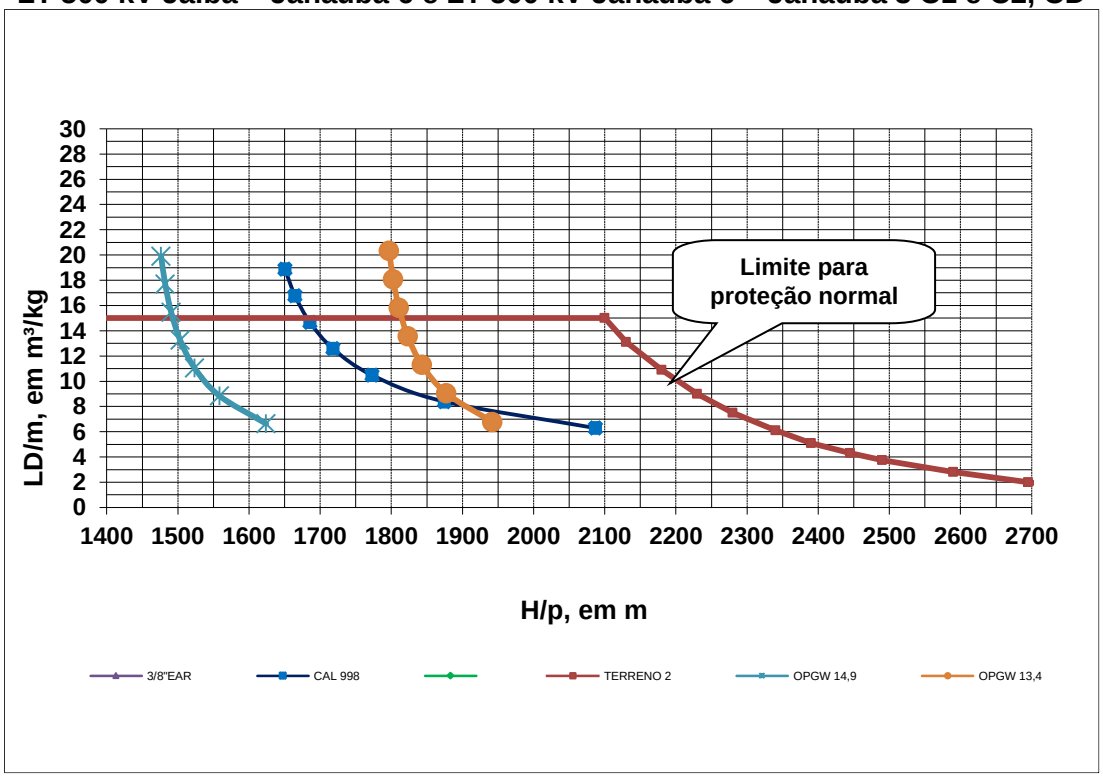
ANEXO 3 - GRAFICO DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS

Anexo 3A – Gráfico Geral para Avaliação de Necessidade de Amortecedores

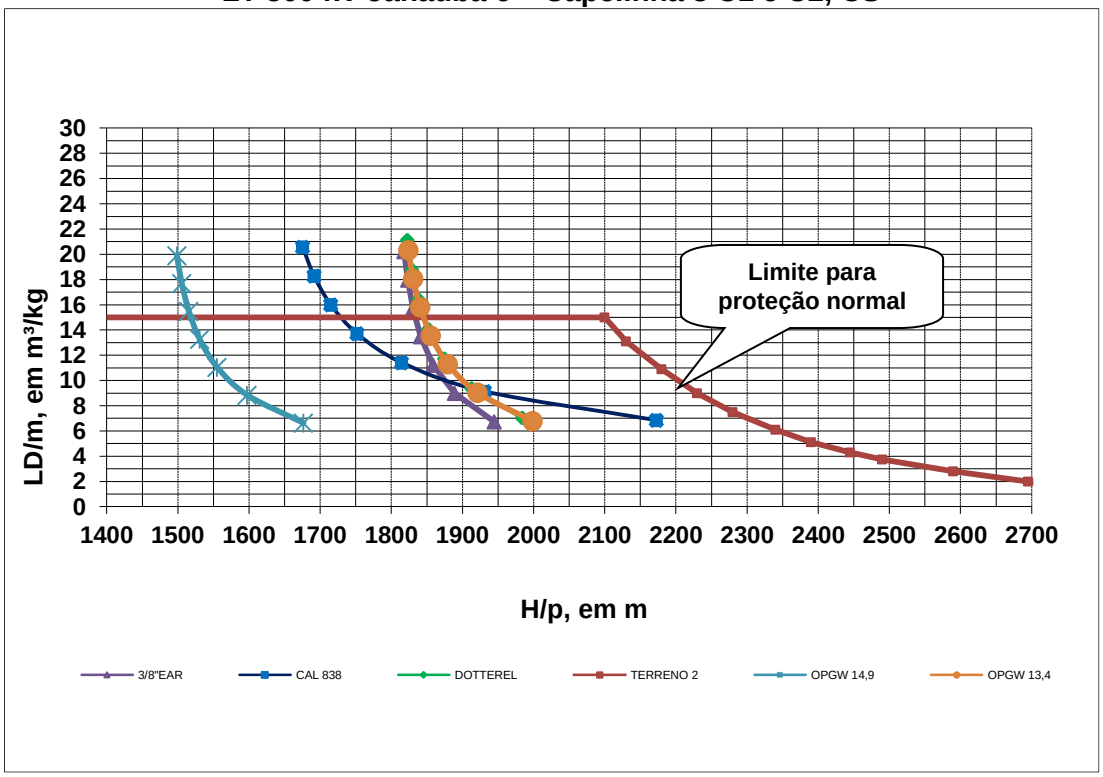


Anexo 3B – Gráfico Específico para os Cabos Condutor e Para-Raios

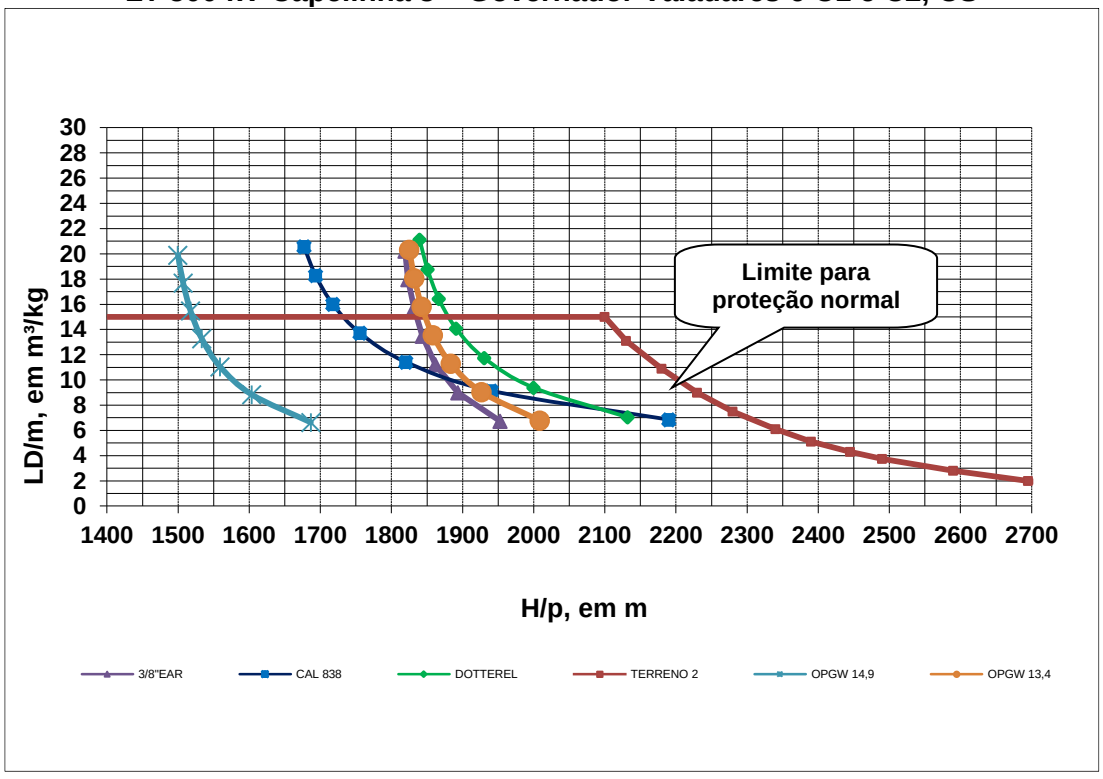
LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD



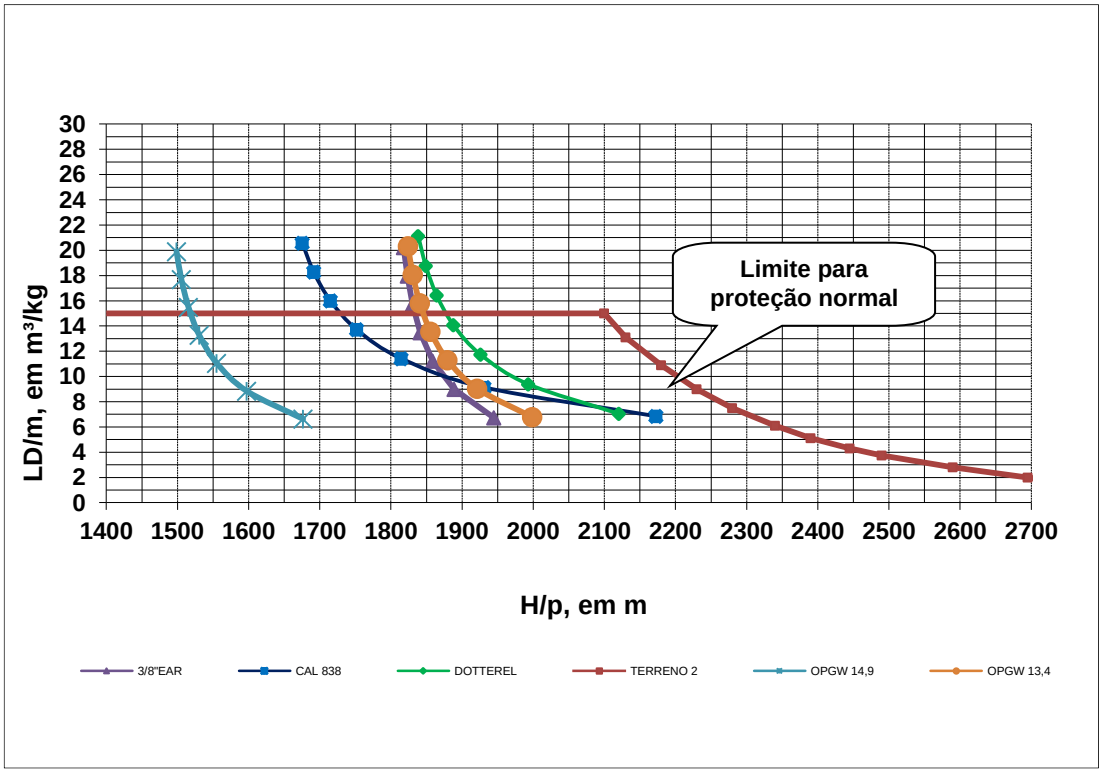
LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS



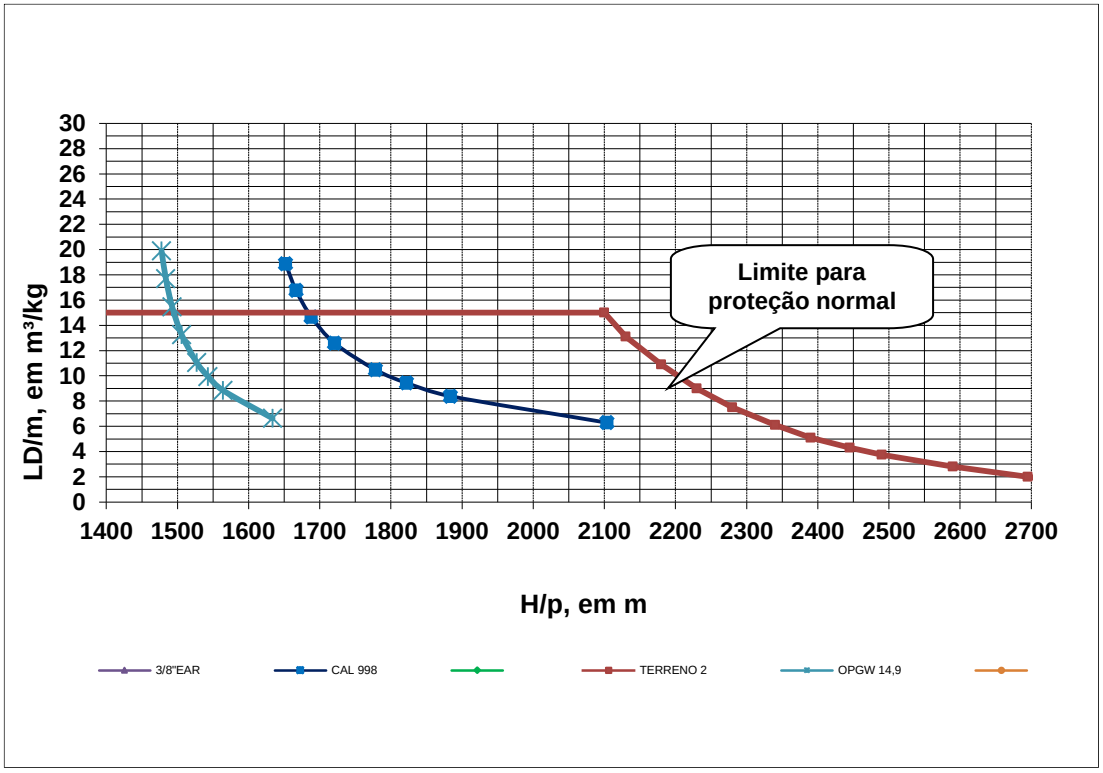
LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS



LT 500 kV João Neiva 2 - Viana 2 C1, CS



LT 345 kV Viana 2 - Viana C3, CS



05	REVISADO CONFORME COMENTÁRIO	16/12/2022	SHF/APC	AQ	JCS
04	REVISADO CABOS OPGW	11/11/2022	SHF/APC	AQ	JCS
03	REVISADO CONFORME COMENTÁRIOS	28/10/2022	SHF/APC	AQ	JCS
02	REVISADO CONFORME COMENTÁRIOS	23/09/2022	SHF/APC	AQ	JCS
01	EMISSÃO INICIAL	01/09/2022	SHF/APC	AQ	JCS
Rev.	**Descrição das Revisões**	**Data**	**Elaborado**	**Verificado**	**Aprovado**

ENGEPRO

cobra BRASIL

isa CTEEP

LOTE "03" DO LEILÃO 001/2022

LT CD 500 kV JAÍBA – JANAÚBA 6 C1 e C2
LT CD 500 kV JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV CAPELINHA 3 – GOV. VALADARES 6 C1 e C2
LT CS 500 kV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1
LT CS 345 kV VIANA 2 – VIANA C3

PROJETO BÁSICO

ELAB.	**VERIF.**	**APROV.**	**LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO**		
SHF / APC	AQ	JCS			
RESP. TÉC.	**CREA**	**DATA**	Nº DOC BR-LOT3-71450-L-00-D0008_0A	**FOLHA**	**REV.**
Joel da Costa Souza	200158892-5	07/07/2022		1/98	05

ÍNDICE

1. OBJETIVO 3
2. CRITÉRIO MECÂNICO 3
3. CRITÉRIOS ELÉTRICOS....5
4. EFEITO CORONA 6
5. RÁDIO INTERFERÊNCIA 7
6. RUÍDO AUDÍVEL....9
7. CAMPO ELÉTRICO....9
8. CAMPO MAGNÉTICO....11
9. LARGURA ADOTADA PARA A FAIXA DE SERVIDÃO....12
10. REFERÊNCIAS 13
ANEXOS....14
ANEXO 1 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – GRADIENTE SUPERFICIAL....15
ANEXO 2 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – RÁDIO INTERFERÊNCIA, RI-QP (DB), 1 MHZ 24
ANEXO 3 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – RUÍDO AUDÍVEL, TEMPO RUIM 40
ANEXO 4 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – CAMPO ELÉTRICO 51
ANEXO 5 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – CAMPO MAGNÉTICO 72
ANEXO 6 – DESENHO ESQUEMÁTICO DA LARGURA DA FAIXA 93

1. OBJETIVO

1.1. Definir a faixa de servidão (faixa de segurança) a ser adotada no projeto da linha de transmissão pertencente ao Lote 3 do Leilão 001/2022 listadas abaixo:

- LT CD 500 kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2
- LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Capelinha 3 – Govenador Valadares 6, C1 e C2
- LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1
- LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3

2. CRITÉRIO MECÂNICO

2.1. Ângulo de Balanço dos Condutores

2.1.1 O ângulo de balanço está sendo calculado para ventos com 50 anos de período de retorno, 30 segundos de período de integração e pressões correspondentes, fazendo uso dos valores definidos na referência [2].

2.1.3 A metodologia adotada para o cálculo do ângulo de balanço é a constante do item 10.1.4.3 da referência [1], conforme reproduzido a seguir:

$$tg\beta = k\frac{q_o.d}{p(V/H)}$$ onde:

d	diâmetro do condutor (9)
p	peso unitário do condutor (9)
V/H	relação (vão de peso)/(vão de vento) em alinhamento
q_o	Pressão Dinâmica (3)
k	figura 7 da referência (2)

Tabela 1 – Ângulo de Balanço das Estruturas Predominantes em Alinhamento

LT	Parâmetros					Ângulo β	
	d	p	V/H	q_o	k	Calculado	Adotado
	(mm)	(kgf/m)	(pu)	(kgf/m^2)	(pu)	(graus)	(graus)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	29,25	1,3952	0,70	59	0,32	29,48°	30°
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2							
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	26,78	1,1710	0,70	56	0,32	30,35°	31°
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2	26,78	1,1710	0,70	90	0,31	42,34°	43°
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	26,78	1,1710	0,70	91	0,31	42,66°	43°
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	29,25	1,3952	0,70	90	0,31	39,88°	40°

2.2. Largura da Faixa de Servidão

2.2.1 Conhecido o ângulo de balanço dos condutores, a largura da faixa é determinada de acordo

com a metodologia estabelecida no capítulo 12 da referência [1], ou seja:

$L = 2[b + (f + l)\text{sen}\beta + d+p]$ onde:

b=	distância da linha de centro da estrutura ao ponto de fixação da LT
F=	flecha do cabo condutor (com vento 50anos 30segundos)
l=	comprimento da cadeia de isoladores e ferragens
β=	ângulo de balanço do condutor e da cadeia
p=	Projeção do condutor mais afastado ao eixo do feixe (2,10/2 x cosβ)
d=	$V_{MÁX}$ / 150, expresso em metros LT 500/345kV

Tendo como resultado:

Tabela 2 – Largura da Faixa de Servidão em função dos Ângulos de Balanço

LT	Parâmetros							Distancia	
	vãos (m)	b (m)	f (m)	l (m)	β (graus)	d (m)	p (m)	Calculada (m)	Adotada (m)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	500	13,5	20,20	5,000	30	3,67	-	59,54	65
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2									
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	500	6,5	19,97	7,417	31	3,67	0,90	50,35	70
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2	500	6,5	20,79	7,417	43	3,66	0,90	60,61	70
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	500	6,5	20,91	7,417	43	3,66	0,90	60,78	70 (*)
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	450	6,0	17,20	3,650	40	2,41	-	43,62	45

As faixas foram governadas pela radio interferência
Para vãos acima de 450/500 m serão avaliados especialmente em cada caso, considerando o balanço real da catenária, a condição de relevo e altura de cabo-solo. Nos casos em que houver risco de violação da distância de segurança horizontal, será adotado, para os vãos específicos, faixa de servidão maior.

(*) A LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 terá faixa de 70 m sendo 37,5 m de afastamento para o lado em paralelismo com a LT 345 kV João Neiva -– Viana 2 e 32,5 m para o outro lado.

3. CRITÉRIOS ELÉTRICOS

3.1 Devem ser atendidos os seguintes critérios, conforme estabelecido no anexo técnico do lote 3 do Edital de Leilão N° 001/2022 ANEEL:

a) Corona visual:

Os cabos e seus acessórios, bem como as ferragens das cadeias de isoladores, não deverão apresentar corona visual em 90% do tempo para as condições atmosféricas predominantes na região atravessada pela LT.

Metodologia: Emprego do programa **ECHAMPX**. para o cálculo do Corona visual que tem como base a referência [4] e o campo elétrico crítico fornecido pela expressão empírica de Peek.

b) Rádio interferência:

Para o nível mínimo de sinal especificado pelo DENTEL, a relação sinal/ruído no limite da faixa de segurança deve ser, no mínimo, igual a 24 dB, para 50% do período de um ano.

Metodologia: Emprego do programa **ECHAMPX**. que utiliza o método comparativo para a predição dos níveis de RI, de acordo com o item 5 da referência [4], calculo os níveis de RI a 1,5 m de altura do solo. O programa assume a DRA = 1, e solo com resistividade média para toda a região de implantação da LT de 100 Ω.m. Valores esses que são corrigidos para a DRA especifica da região e resistividade media característica do solo da região de implantação da LT. Os perfis de rádio interferência à 1 MHz (medidos conforme norma ANSI), considera probabilidade de 50% (L50) de ser excedido em tempo bom ("fair weather") e, com probabilidade de 50% (L50) e 1% (L1) de ser excedido em tempo ruim ("foul weather"). Com base nestas condições é definido o perfil de rádio interferência com probabilidade de ocorrência de 50% em todos tempos de 1 ano, conforme referência [4].

c) Ruído audível:

Durante chuva fina (< 0,00148 mm/min) ou névoa com 4 horas de duração ou os primeiros 15 minutos após a ocorrência de chuva (não simultâneos), o ruído audível no limite da faixa de segurança deve, no máximo, igual a 58 dBA.

Metodologia: Emprego do programa **ECHAMPX**. cujos cálculos dos valores de perfil de ruído audível têm também como base o método comparativo de acordo com o capítulo 6 da referência [4]. Para o perfil de ruído audível, ao nível do solo, o programa considera probabilidade de 50% (L50) e 5% (L5) de ser excedido em tempo ruim ("foul weather").

d) Campo elétrico:

No limite da faixa de segurança, o campo elétrico a 1,5 m do solo deve ser inferior ou, no máximo, igual a 4,16 kV/m. No interior da faixa, levando em conta a utilização de cada trecho, o campo elétrico deve ser inferior ou, no máximo, igual a 8,33 kV/m de modo a não provocar efeitos nocivos a seres humanos.

Metodologia: Emprego do programa **ECHAMPX**. que utiliza o Método de Simulação de Cargas, tendo como base as referências [4] e [9]. A partir da inversão da matriz dos coeficientes de potenciais de Maxwell, considerando a uma

determinada tensão operativa, o número de circuitos, as coordenadas e os diâmetros de todos cabos condutores e para-raios para cada vão definido, a partir do cálculo dos máximos gradientes de tensão nas superfícies dos cabos. O perfil de máximo campo elétrico sob a LT até o limite da faixa de servidão é calculado para uma altura de 1,5 m do solo.

e) Campo magnético: No limite da faixa de segurança e na condição de operação da LT em regime de curta duração, o campo magnético deve ser igual ou inferior a 160,9 A/m, equivalente a uma indução magnética de 200 μT. No interior da faixa, levando em conta a utilização de cada trecho, o campo magnético deve ser igual ou inferior a 804,5 A/m, equivalente a uma indução magnética de 1000 μT de modo a não deve provocar efeitos nocivos a seres humanos.

Metodologia: O programa **ECHAMPX**. calcula o campo magnético ao nível do solo a 1,5 m de altura até o limite da faixa de servidão, tendo como base o capítulo 8 da referência [4], de acordo com a Lei de Biot-Savart, a partir das coordenadas e os diâmetros dos cabos condutores e para-raios para cada vão definido.

4. EFEITO CORONA

4.1. Gradiente nas Fases

4.1.1 O gradiente nas fases, o qual foi determinado utilizando o programa **ECHAMPX**. desenvolvido com base na metodologia descrita na referência [4] e devem ser verificados para a tensão máxima de operação da LT, ou seja, 362/550 kV.

4.2. Gradiente Crítico

4.2.1 Para verificar se o de gradiente nas fases é adequado, o mesmo é comparado com o gradiente crítico determinado de acordo com a seguinte fórmula [4]:

$$G_{crt} = 21{,}2.m.\delta\left(1+\frac{0{,}301}{\sqrt{\delta.r}}\right) \text{ kV/cm}$$ Onde:

G_{crt} gradiente crítico (início do corona), em kV/cm, valor eficaz

r raio do condutor, em cm

m coeficiente representativo da superfície do condutor envelhecido (m = 0,82)

δ densidade relativa do ar 90% do tempo corrigido para:

LT1 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2 = 0,91

LT2 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2 = 0,87

LT3 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2 = 0,88

LT4 500 kV João Neiva 2 – Viana 2 C1 = 0,91

LT5 345 kV Viana 2 – Viana C3 = 0,96

4.2.2 Critérios adotados:

a) Nenhum subcondutor de um feixe pode apresentar gradiente superficial maior que o gradiente crítico (DRA 90% = 0,91, 0,87, 0,88, 0,91 e 0,96);
b) A média dos gradientes superficiais de cada subcondutor em cada fase não pode ser superior a 95% do gradiente crítico para 90% do tempo .

4.2.3 Resultados (valor eficaz)

limite		calculado	
Variável	valor	máximo - todos subcondutores	maior média dos feixes
LT1 - Crítico (DRA 90% = 0,91)	19,95	-	17,54 (87,92%)
LT2 - Crítico (DRA 90% = 0,87)	19,34	19,30	18,13 (93,74%)
LT3 - Crítico (DRA 90% = 0,88)	19,54	19,30	18,13 (92,78%)
LT4 - Crítico (DRA 90% = 0,91)	20,13	19,30	18,13 (90,06%)
LT5 - Crítico (DRA 90% = 0,96)	20,93	-	17,70 (84,57%)

4.2.2 O gradiente crítico é superior ao gradiente máximo na fase, indicando que não deverá ocorrer corona visual em 90 % do tempo, para as condições atmosféricas predominantes na região atravessada pela LT.

5. RÁDIO INTERFERÊNCIA

5.1 O submodulo 2.7 da ONS especifica que a relação sinal/ruído no limite da faixa de servidão, para a tensão máxima operativa, deve ser no mínimo 24 dB, para 50 % das condições climáticas ocorrendo no período de um ano. O sinal adotado para o cálculo deve ser o nível mínimo de sinal na região atravessada pela LT, conforme legislação pertinente.

5.2 Para a verificação do critério acima, de relação sinal-ruído maior ou igual a 24 dB no limite da faixa de servidão para a condição de 50% de todos os tempos, foi utilizado um programa com metodologia de cálculo baseados na na referências [4] Considerando o sinal a ser protegido de 66 dB, o nível de rádio interferência permissível no limite da faixa de segurança, para a condição de 50% de todos os tempos do ano, será de 42 dB (= 66 dB - 24 dB):

$RI_{max} \leq (66 - 24)$ dB ≤ 42 dB (no limite da faixa de servidão)

5.3 O valor de rádio interferência em um eixo transversal à LT foi calculado considerando a tensão máxima de operação das LT, ou seja, 550 kV. O correspondente relatório de saída consta do Anexo 2.

5.4 O programa do Anexo 2 considera internamente as seguintes premissas básicas:

Frequência de medição do ruído	1 MHz, medido conforme norma ANSI
Resistividade do solo	100 Ω.m
DRA 50% (PU)	0,93 (LT 500 kV Jaíba – Janaúba 6 e Janaúba 6 – Janaúba 3)
DRA 50% (PU)	0,89 (LT 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3)
DRA 50% (PU)	0,90 (LT 500 kV Capelinha 3 – Governador Valadares 6)
DRA 50% (PU)	0,93 (LT 500 kV João Neiva 2 – Viana 2)
DRA 50% (PU)	0,98 (LT 345 kV Viana 2 – Viana)

5.5 São apresentados a seguir os valores calculados no limite da faixa de servidão:

Tabela 4 – Rádio interferência no limite da faixa (dB)			
LT	Fair L50 (dB)	Foul L50 (dB)	Foul L1 (dB)
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	41,61	58,61	65,99
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2			
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	41,58	58,58	65,58
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov.Valadares 6, C1 e C2	41,58	58,58	65,58
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	42,18	59,18	66,18
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	41,63	58,63	65,56

5.6 O valor de rádio interferência com 50 % de probabilidade de não ser excedido, quando se consideram todos os tempos do ano, foi calculado partindo das seguintes premissas:

(a) a distribuição de rádio interferência, tanto para tempo bom como para tempo ruim, é gaussiana;

(b) o valor de rádio interferência com 1 % de probabilidade de ser excedido com tempo bom é igual ao valor de rádio interferência com 99 % de probabilidade de ser excedido com tempo ruim (Fair L1 = Foul L99);

5.7 As distribuições de tempo bom e tempo ruim assim definidas foram ponderadas em função da climatologia da região, dando origem à distribuição de todos os tempos apresentada na Figura do Anexo 2.

5.8 A partir dessa distribuição são corrigidas a resistividade do solo para 1000 Ω.m de acordo com a figura 5.4.38 da referência [4], assim como a densidade relativa do ar média da região calculada na referência [2] que foi corrigida pela formula 5.4.57 da referencia [4] ,deste modo, obtém-se o nível de rádio interferência no limite da faixa com probabilidade de não ser excedido 50% de todos os tempos do ano, o qual o cálculo é indicado a seguir :

Tabela 5 – Rádio interferência todos os tempos						**Limite norma** (dB)
Linhas de Transmissão	Ri todos os tempos Sem correção (dB)	DRA 50% (pu)	Correção DRA (dB)	Correção resistividade de solo de 100Ωm para1000 Ωm (dB)	Ri todos os tempos Corrigido (dB)	
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	42,19	0,93	+2,8	-4,5dB	40,49	42dB
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2					41,50	
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	41,78	0,89	+4,4		41,99	
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2	41,78	0,90	+4		41,59	
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	42,81	0,93	2,8		41,11	
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	42,24	0,98	0,8		38,54	

5.9 Como pode ser constatado, o valor de rádio interferência no limite da faixa de servidão com 50 % de probabilidade de não ser excedido, considerando-se todos os tempos do ano, atende o critério estabelecido no Anexo técnico geral do Edital item 2.2.8 que estabelece atendimento ao submódulo 2.7.

6. RUÍDO AUDÍVEL

6.1 O Anexos técnico do Edital especifica que o ruído audível no limite da faixa de servidão, para a tensão máxima operativa, deve ser no máximo igual a 58 dBA, para as seguintes condições climáticas:

(a) durante chuva fina (< 0,00148 mm/min);

(b) durante névoa de 4 horas de duração;

(c) após chuva (primeiros 15 minutos).

6.2 O ruído audível será verificado para condições que correspondam ao condutor úmido, conforme item 5.1 anterior.ao nível de ruído com 50 % de probabilidade de ser excedido

6.3 Os valores do ruído audível em um eixo transversal à linha de transmissão foram calculados pelo programa **ECHAMPX**, baseado na metodologia da referência [4] para as condições Foul L50 e Foul L5. O correspondente relatório de saída consta do Anexo 3.

Tabela 7 – Ruído Audível (dBA)

LT	Foul L50 (dBA)	Foul L5 (dBA)
LT CD 500Kv Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	51,66	55,77
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2		
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	43,36	46,00
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2	43,36	46,00
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	43,56	46,21
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	46,84	54,43

6.4 Conforme os valores da tabela acima o valor obtido para o ruído audível no limite da faixa de servidão para todas as LT's é inferior a 58 dBA, atendendo o critério estabelecido.

7. CAMPO ELÉTRICO

7.1 A Resolução Normativa ANEEL nº 915 de 23/02/2021 [7], especifica que o campo elétrico a um metro e meio do solo, no limite da faixa de servidão, deve ser inferior ou, no máximo, igual a 4,17 kV/m. Adicionalmente, o campo elétrico no interior da faixa de servidão não deve ser superior a 8,33 kV/m, conforme referência, levando-se em consideração a utilização que for dada a cada trecho.

7.2 O valor do campo elétrico a um metro e meio do solo em um eixo transversal à LT foi calculado pelo **ECHAMPX**, baseado na metodologia da referência [4] e os valores calculados são descritos abaixo:

Tabela 8 – Campo elétrico a 1,5 m do solo (kV/m)				
LT	No interior da faixa		No limite da faixa	
	Longa duração	Curta duração	Longa duração	Curta duração
	Máquinas agrícolas e Rodovias	Máquinas agrícolas e Rodovias	Máquinas agrícolas e Rodovias	Máquinas agrícolas e Rodovias
	Altura feixe condutor – solo (m)			
	11	**10,5**	**11**	**10,5**
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	7,05	7,66	1,17	1,14
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2				
	12,5	**12,1**	**12,5**	**12,1**
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	7,82	8,24	1,38	1,37
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2	7,82	8,24	1,38	1,37
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	7,82	8,26	1,65	1,64
	9,0	**8,0**	**9,0**	**8,0**
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	6,04	7,37	1,08	1,02

7.3 Os relatórios de saída constam do Anexo 4.

7.4 A tabela a seguir apresenta as correntes induzidas para os valores máximos de campo elétrico indicados no item anterior.

- LT 500 KV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2, CD

Tabela 9.1 – Corrente Induzida		
Veículo	Referência Campo Elétrico	Corrente Induzida
Carreta de grande porte	7,66 kV/m	4,60 mA
Ônibus	7,66 kV/m	2,99 mA
Colheitadeira	7,66 kV/m	2,91 mA
Trator de fazenda puxando carroça	7,66 kV/m	2,30 mA
Trator de fazenda	7,66 kV/m	0,84 mA

- LT 500 KV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2, CS

Tabela 9.2 – Corrente Induzida		
Veículo	Referência Campo Elétrico	Corrente Induzida
Carreta de grande porte	8,24 kV/m	4,94 mA
Ônibus	8,24 kV/m	3,21 mA
Colheitadeira	8,24 kV/m	3,13 mA
Trator de fazenda puxando carroça	8,24 kV/m	2,47 mA
Trator de fazenda	8,24 kV/m	0,91 mA

- LT 500 KV Capelinha 3 – Governador Valadares 6 C1 e C2, CS

Tabela 9.3 – Corrente Induzida

Veículo	Referência Campo Elétrico	Corrente Induzida
Carreta de grande porte	8,24 kV/m	4,94 mA
Ônibus	8,24 kV/m	3,21 mA
Colheitadeira	8,24 kV/m	3,13 mA
Trator de fazenda puxando carroça	8,24 kV/m	2,47 mA
Trator de fazenda	8,24 kV/m	0,91 mA

- LT 500 KV João Neiva 2 – Viana 2 C1, CS

Tabela 9.3 – Corrente Induzida

Veículo	Referência Campo Elétrico	Corrente Induzida
Carreta de grande porte	8,26 kV/m	4,96 mA
Ônibus	8,26 kV/m	3,22 mA
Colheitadeira	8,26 kV/m	3,14 mA
Trator de fazenda puxando carroça	8,26 kV/m	2,48 mA
Trator de fazenda	8,26 kV/m	0,91 mA

- LT 345 KV Viana 2 – Viana C3, CS

Tabela 9.3 – Corrente Induzida

Veículo	Referência Campo Elétrico	Corrente Induzida
Carreta de grande porte	7,37 kV/m	4,42 mA
Ônibus	7,37kV/m	2,87 mA
Colheitadeira	7,37 kV/m	2,80 mA
Trator de fazenda puxando carroça	7,37 kV/m	2,21 mA
Trator de fazenda	7,37 kV/m	0,81 mA

7.5 Esses valores de corrente induzida situam-se em níveis compatíveis com a utilização da faixa de servidão e atendem o limite máximo de 5,0 mA especificados.

8. CAMPO MAGNÉTICO

8.1 A Resolução Normativa ANEEL nº 915 de 23/02/2021 [7], especifica que o campo magnético no limite da faixa de servidão a um metro e meio do solo deve ser inferior ou, no máximo, igual a 160,9 A/m, equivalente a uma indução magnética de 200 μT, e no interior da faixa de servidão não deve ser superior a 804,5 A/m, equivalente a uma indução magnética de 1000 μT.

8.2 Os valores do campo magnético em um eixo transversal à LT foram calculados para a corrente operativa longa duração e corrente máxima curta duração (5).

8.3 O campo magnético foi calculado na largura da faixa de servidão, em um eixo perpendicular à diretriz da LT localizado em um ponto do perfil com espaçamento mínimo condutor-solo, considerando terreno plano. Conservativamente, não foram consideradas no cálculo as

correntes de retorno pela terra.

8.4 O relatório de saída consta do Anexo 5.. São resumidos a seguir os valores calculados:

Tabela 10 – Campo Magnético (A/m)

LT	No interior da faixa		No limite da faixa	
	Longa duração	**Curta duração**	**Longa duração**	**Curta duração**
	Altura feixe condutor – solo (m)			
	11,0	10,5	11,0	10,5
LT CD 500kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2	47,17	57,87	23,63	29,00
LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2				
	12,5	12,1	12,5	12,1
LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2	37,72	52,57	15,16	20,56
LT CS 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2	37,72	52,57	15,16	20,56
LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1	37,75	52,61	16,36	22,20
	9,0	8,0	9,0	8,0
LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3	30,99	41,90	14,86	18,31

8.5 Os valores acima mostram que para as LT's em estudo, o valor do campo magnético no limite da faixa de servidão é inferior a 160,9 A/m, atendendo o critério estabelecido.

9. LARGURA ADOTADA PARA A FAIXA DE SERVIDÃO

9.1 A faixa de servidão das linhas de transmissão em estudo terá a largura indicada a seguir, a qual atende tanto o critério mecânico de balanço dos condutores como os critérios elétricos definidos no Anexo técnico do Edital:

- ✓ **Largura da faixa de servidão para LT 500kV Jaíba – Janaúba 6 e Janaúba – Janaúba 3 = 65m**
- ✓ **Largura da faixa de servidão para LT 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3 C1 e C2 = 70 m**
- ✓ **Largura da faixa de servidão para LT 500kV Capelinha 3 – Gov Valadares 6 C1 e C2 = 70 m**
- ✓ **Largura da faixa de servidão para LT 500kV João Neiva 2 – Viana 2 C1 = 70 m**
- ✓ **Largura da faixa de servidão para LT 345kV Viana 2 – Viana C3 = 45 m**

9.2 A faixa de servidão selecionada está representada na Anexo 6

10. REFERÊNCIAS

1 NBR 5422 – Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica.

2 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0003_VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO, preparado para as Linhas de Transmissão do Lote 3/Leilão 01/2022

3 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0002_DADOS CLIMATOLÓGICOS, preparado para as Linhas de Transmissão do Lote 3/Leilão 01/2022

4 Transmission line reference book, 345 kV and above, second edition, 1982.

5 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0004_CONDUTOR E PARA-RAIOS, preparado para as Linhas de Transmissão do Lote 3/Leilão 01/2022

6 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0009_DISTANCIAS DE SEGURANÇA, preparado para as Linhas de Transmissão do Lote 3/Leilão 01/2022

7 A Resolução Normativa ANEEL nº 915 de 23/02/2021

8 Procedimento de Rede - Submodulo 2.7 , 2020.12 - Requisitos mínimos para linhas de transmissão

ANEXOS

ANEXO 1 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – GRADIENTE SUPERFICIAL

GRADIENTE SUPERFICIAL PARA LT 500 KV JAÍBA – JANAÚBA 6 E LT 500KV JANAÚBA 6 JANAÚBA 3 C1 E C2

NÚMERO DE CIRCUITOS : 2

CIRCUITO NÚMERO - 1

TENSÃO------------------- 550.0 kV
CORRENTE-----------------3260.0 A
No. CONDUTORES----------- 4 POR FEIXE
ESP.ENTRE CONDUTORES----- 45.700 cm
DIÂMETRO DO CONDUTOR----- 2.925 cm

FASE, No.	X(m)	Y-MÍN (m)	Y-MÉD (m)	FLECH (m)	FASE Graus
1	-7.00	11.00	18.32	21.95	0.00
2	-13.50	11.00	18.32	21.95	-120.00
3	-7.00	22.30	29.62	21.95	120.00

CIRCUITO NÚMERO - 2

TENSÃO------------------- 550.0 kV
CORRENTE-----------------3260.0 A
No. CONDUTORES----------- 4 POR FEIXE
ESP.ENTRE CONDUTORES----- 45.700 cm
DIÂMETRO DO CONDUTOR----- 2.925 cm

FASE, No.	X(m)	Y-MÍN (m)	Y-MÉD (m)	FLECH (m)	FASE Graus
4	7.00	11.00	18.32	21.95	120.00
5	13.50	11.00	18.32	21.95	-120.00
6	7.00	22.30	29.62	21.95	0.00

DADOS PÁRA-RAIOS:

CABO No.	X (m)	Y-MÍN (m)	Y-MÉD (m)	FLECH (m)	NSUB	ESPAC. (cm)	DIAM. (cm)
1	-10.70	29.05	35.16	18.34	1	0.00	1.490
2	10.70	29.05	35.16	18.34	1	0.00	1.490

MÁXIMOS GRADIENTES SUPERFICIAIS :

No. CIRCUITO --- 1

FASE#	GRAD,(kV/cm)
1	17.54
2	17.19
3	15.87

No. CIRCUITO --- 2

FASE#	GRAD,(kV/cm)
4	17.54
5	17.19
6	15.87

GRADIENTE SUPERFICIAL PARA LT 500 KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 C2

****

Dados de Entrada

****

Tensão eficaz	500 kV
Tensão eficaz máxima	550 kV
Tipo de Circuito	Simples
Número de Fase	3
Qtd. de Cabos Condutor/Fase	6
Diâmetro do condutor	0,02678 m
Largura da faixa de servidão	70 m

Circuito 1		
FASE	Posição (X)	Posição (Y)
A	-5,975	12,5
A	-5,45	13,79
A	-5,975	15,08
A	-7,025	12,5
A	-7,55	13,79
A	-7,025	15,08
B	0,245	13,095
B	0,48	13,79
B	0,245	14,485
B	-0,245	13,095
B	-0,48	13,79
B	-0,245	14,485
C	7,025	12,5
C	7,55	13,79
C	7,025	15,08
C	5,975	12,5
C	5,45	13,79
C	5,975	15,08

****
Relatório Gradiente Superficial
****

FASE	kV/cm
A	17.94
A	19.30
A	17.65
A	15.86
A	14.88
A	15.54
B	17.81
B	18.57
B	17.93
B	17.81
B	18.57
B	17.93
C	15.86
C	14.88
C	15.54
C	17.94
C	19.30
C	17.65

GRADIENTE SUPERFICIAL PARA LT 500 KV CAPELINHA 3 – GOV VALADARES 6 C1 C2

****

Dados de Entrada

****

Tensão eficaz	500 kV
Tensão eficaz máxima	550 kV
Tipo de Circuito	Simples
Número de Fase	3
Qtd. de Cabos Condutor/Fase	6
Diâmetro do condutor	0,02678 m
Largura da faixa de servidão	70 m

Circuito 1		
FASE	Posição (X)	Posição (Y)
A	-5,975	12,5
A	-5,45	13,79
A	-5,975	15,08
A	-7,025	12,5
A	-7,55	13,79
A	-7,025	15,08
B	0,245	13,095
B	0,48	13,79
B	0,245	14,485
B	-0,245	13,095
B	-0,48	13,79
B	-0,245	14,485
C	7,025	12,5
C	7,55	13,79
C	7,025	15,08
C	5,975	12,5
C	5,45	13,79
C	5,975	15,08

****
Relatório Gradiente Superficial
****

FASE	kV/cm
A	17.94
A	19.30
A	17.65
A	15.86
A	14.88
A	15.54
B	17.81
B	18.57
B	17.93
B	17.81
B	18.57
B	17.93
C	15.86
C	14.88
C	15.54
C	17.94
C	19.30
C	17.65

GRADIENTE SUPERFICIAL PARA LT 500 KV JOÃO NEIVA 2– VIANA 2

****

Dados de Entrada

****

Tensão eficaz	500 kV
Tensão eficaz máxima	550 kV
Tipo de Circuito	Simples
Número de Fase	3
Qtd. de Cabos Condutor/Fase	6
Diâmetro do condutor	0,02678 m
Largura da faixa de servidão	70 m

Circuito 1		
FASE	Posição (X)	Posição (Y)
A	-5.975	12.5
A	-5.45	13.79
A	-5.975	15.08
A	-7.025	12.5
A	-7.55	13.79
A	-7.025	15.08
B	0.24	13.095
B	0.48	13.79
B	0.24	14.485
B	-0.24	13.095
B	-0.48	13.79
B	-0.24	14.485
C	7.025	12.5
C	7.55	13.79
C	7.025	15.08
C	5.975	12.5
C	5.45	13.79
C	5.975	15.08

****
Relatório Gradiente Superficial
****

FASE	kV/cm
A	17.942
A	19.295
A	17.654
A	15.861
A	14.878
A	15.542
B	17.809
B	18.574
B	17.929
B	17.809
B	18.574
B	17.929
C	15.861
C	14.878
C	15.542
C	17.942
C	19.295
C	17.654

GRADIENTE SUPERFICIAL PARA LT 345 KV VIANA 2 – VIANA

CIRCUITO NÚMERO - 1

TENSÃO------------------- 362.0 kV
CORRENTE-----------------1755.0 A
No. CONDUTORES-----------   2 POR FEIXE
ESP.ENTRE CONDUTORES----- 45.700 cm
DIÂMETRO DO CONDUTOR----- 2.925 cm

FASE, No.	X(m)	Y-MÍN (m)	Y-MÉD (m)	FLECH (m)	FASE Graus
1	-6.00	9.00	15.04	18.12	0.00
2	0.00	13.62	19.66	18.12	-120.00
3	6.00	9.00	15.04	18.12	120.00

DADOS PÁRA-RAIOS:

CABO No.	X (m)	Y-MÍN (m)	Y-MÉD (m)	FLECH (m)	NSUB	ESPAC. (cm)	DIAM. (cm)
1	-3.90	17.48	22.46	14.93	1	0.00	1.490
2	3.90	17.48	22.46	14.93	1	0.00	1.490

MÁXIMOS GRADIENTES SUPERFICIAIS :

No. CIRCUITO --- 1

FASE#	GRAD,(kV/cm)
1	16.16
2	17.70
3	16.16

ANEXO 2 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – RÁDIO INTERFERÊNCIA, RI-QP (DB), 1 MHZ

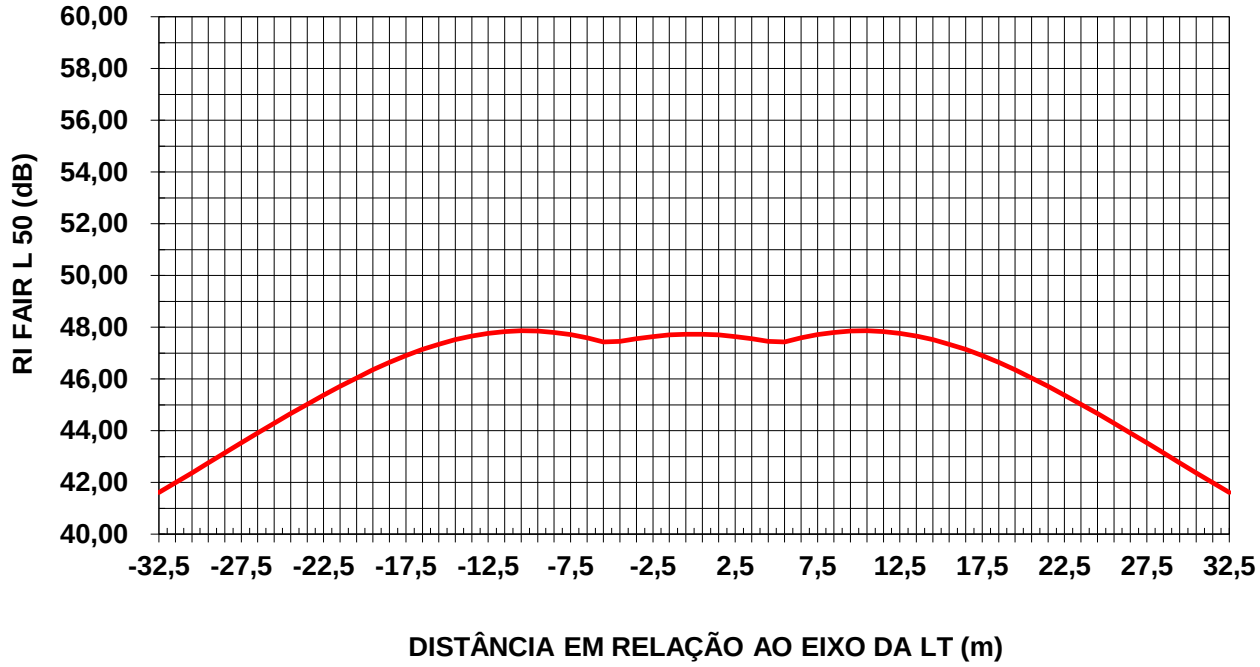
RADIO INTERFERENCIA PARA LT 500 KV JAÍBA – JANAÚBA 6
E LT 500KV JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 E C2

RI-QP(dB) à 1MHz

XP(m)	FAIR-L50	FOUL-L50	FOUL-L1
-32.5	41.61	58.61	65.99
-31.5	41.99	58.99	66.37
-30.5	42.37	59.37	66.75
-29.5	42.76	59.76	67.14
-28.5	43.14	60.14	67.52
-27.5	43.53	60.53	67.91
-26.5	43.91	60.91	68.29
-25.5	44.29	61.29	68.67
-24.5	44.66	61.66	69.04
-23.5	45.02	62.02	69.40
-22.5	45.37	62.37	69.76
-21.5	45.72	62.72	70.10
-20.5	46.04	63.04	70.42
-19.5	46.35	63.35	70.73
-18.5	46.64	63.64	71.02
-17.5	46.90	63.90	71.28
-16.5	47.14	64.14	71.52
-15.5	47.34	64.34	71.72
-14.5	47.52	64.52	71.58
-13.5	47.66	64.66	71.73
-12.5	47.76	64.76	71.83
-11.5	47.83	64.83	71.90
-10.5	47.86	64.86	71.93
-9.5	47.85	64.85	71.92
-8.5	47.80	64.80	71.87
-7.5	47.72	64.72	71.78
-6.5	47.59	64.59	71.66
-5.5	47.43	64.43	71.50
-4.5	47.45	64.45	71.52
-3.5	47.56	64.56	71.63
-2.5	47.64	64.64	71.71
-1.5	47.70	64.70	71.76
-0.5	47.73	64.73	71.79
0.5	47.73	64.73	71.79
1.5	47.70	64.70	71.76
2.5	47.64	64.64	71.71
3.5	47.56	64.56	71.63
4.5	47.45	64.45	71.52
5.5	47.43	64.43	71.50
6.5	47.59	64.59	71.66
7.5	47.72	64.72	71.78
8.5	47.80	64.80	71.87
9.5	47.85	64.85	71.92
10.5	47.86	64.86	71.93
11.5	47.83	64.83	71.90
12.5	47.76	64.76	71.83
13.5	47.66	64.66	71.73
14.5	47.52	64.52	71.58
15.5	47.34	64.34	71.72
16.5	47.14	64.14	71.52
17.5	46.90	63.90	71.28
18.5	46.64	63.64	71.02
19.5	46.35	63.35	70.73
20.5	46.04	63.04	70.42
21.5	45.72	62.72	70.10
22.5	45.37	62.37	69.76
23.5	45.02	62.02	69.40
24.5	44.66	61.66	69.04
25.5	44.29	61.29	68.67
26.5	43.91	60.91	68.29

27.5	43.53	60.53	67.91
28.5	43.14	60.14	67.52
29.5	42.76	59.76	67.14
30.5	42.37	59.37	66.75
31.5	41.99	58.99	66.37
32.5	41.61	58.61	65.99

PERFIL DE RADIO INTERFERENCIA PARA LT 500 KV JAÍBA – JANAÚBA 6 E JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 E C2



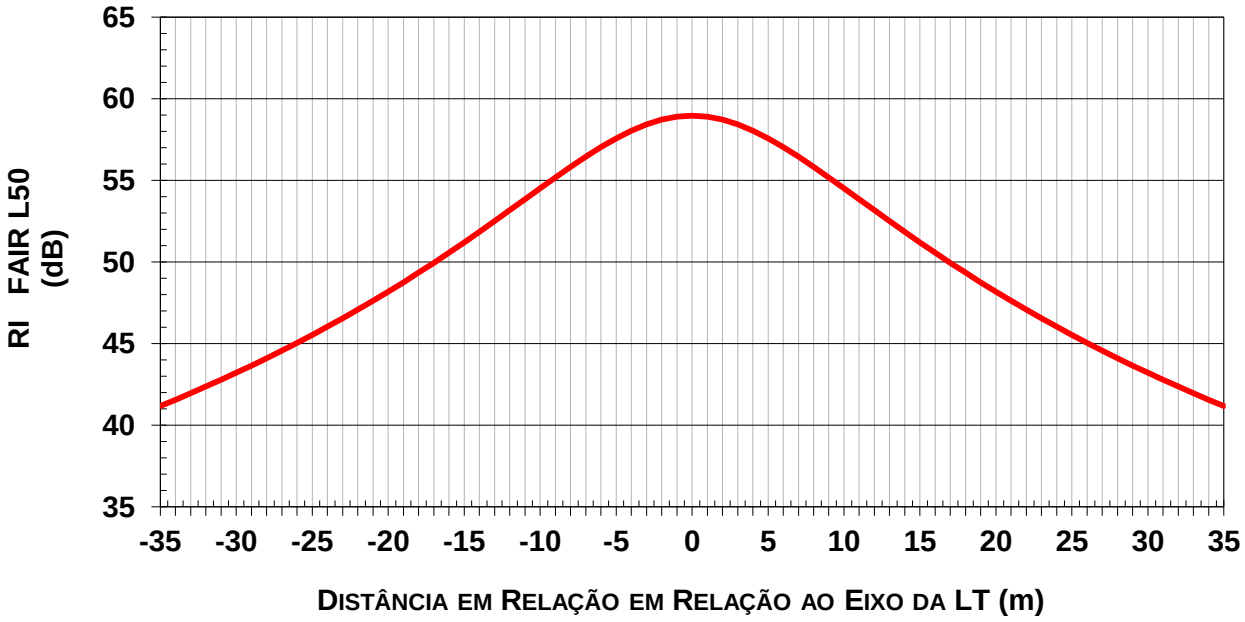
RADIO INTERFERENCIA PARA LT 500 KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 C2

RI-QP(dB) à 1MHz

FAIXA	FAIR (L50)	FOUL (L50)	FOUL (L1)
-35	41,18	58,18	65,18
-34	41,56	58,56	65,56
-33	41,96	58,96	65,96
-32	42,37	59,37	66,37
-31	42,79	59,79	66,79
-30	43,22	60,22	67,22
-29	43,66	60,66	67,66
-28	44,11	61,11	68,11
-27	44,57	61,57	68,57
-26	45,04	62,04	69,04
-25	45,53	62,53	69,53
-24	46,03	63,03	70,03
-23	46,55	63,55	70,55
-22	47,08	64,08	71,08
-21	47,62	64,62	71,62
-20	48,18	65,18	72,18
-19	48,76	65,76	72,76
-18	49,35	66,35	73,35
-17	49,95	66,95	73,95
-16	50,57	67,57	74,57
-15	51,20	68,20	75,20
-14	51,85	68,85	75,85
-13	52,51	69,51	76,51
-12	53,17	70,17	77,17
-11	53,84	70,84	77,84
-10	54,51	71,51	78,51
-9	55,18	72,18	79,18
-8	55,83	72,83	79,83
-7	56,45	73,45	80,45
-6	57,04	74,04	81,04
-5	57,58	74,58	81,58
-4	58,04	75,04	82,04
-3	58,43	75,43	82,43
-2	58,72	75,72	82,72
-1	58,90	75,90	82,90
0	58,96	75,96	82,96
1	58,90	75,90	82,90
2	58,72	75,72	82,72
3	58,43	75,43	82,43
4	58,04	75,04	82,04
5	57,58	74,58	81,58
6	57,04	74,04	81,04
7	56,45	73,45	80,45
8	55,83	72,83	79,83
9	55,18	72,18	79,18
10	54,51	71,51	78,51
11	53,84	70,84	77,84
12	53,17	70,17	77,17
13	52,51	69,51	76,51
14	51,85	68,85	75,85
15	51,20	68,20	75,20
16	50,57	67,57	74,57
17	49,95	66,95	73,95
18	49,35	66,35	73,35
19	48,76	65,76	72,76
20	48,18	65,18	72,18
21	47,62	64,62	71,62
22	47,08	64,08	71,08
23	46,55	63,55	70,55
24	46,03	63,03	70,03
25	45,53	62,53	69,53
26	45,04	62,04	69,04

27	44,57	61,57	68,57
28	44,11	61,11	68,11
29	43,66	60,66	67,66
30	43,22	60,22	67,22
31	42,79	59,79	66,79
32	42,37	59,37	66,37
33	41,96	58,96	65,96
34	41,56	58,56	65,56
35	41,18	58,18	65,18

FIGURA PERFIL DE RADIO INTERFERENCIA -FAIR L50(dB) PARA LT 500 KV JANAÚBA 6 – CAPELINA 3 C1 C2



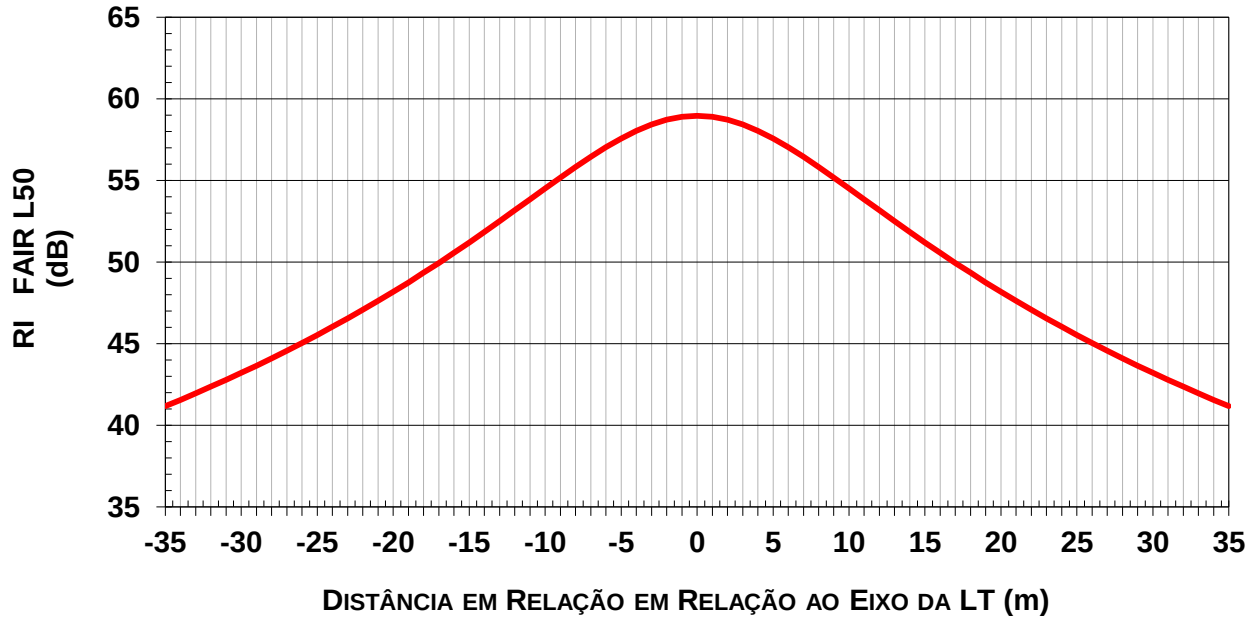
RADIO INTERFERENCIA PARA LT 500 KV CAPELINHA 3 – GOV VALADARES 6 C1 C2

RI-QP(dB) à 1MHz

FAIXA	FAIR (L50)	FOUL (L50)	FOUL (L1)
-35	41,18	58,18	65,18
-34	41,56	58,56	65,56
-33	41,96	58,96	65,96
-32	42,37	59,37	66,37
-31	42,79	59,79	66,79
-30	43,22	60,22	67,22
-29	43,66	60,66	67,66
-28	44,11	61,11	68,11
-27	44,57	61,57	68,57
-26	45,04	62,04	69,04
-25	45,53	62,53	69,53
-24	46,03	63,03	70,03
-23	46,55	63,55	70,55
-22	47,08	64,08	71,08
-21	47,62	64,62	71,62
-20	48,18	65,18	72,18
-19	48,76	65,76	72,76
-18	49,35	66,35	73,35
-17	49,95	66,95	73,95
-16	50,57	67,57	74,57
-15	51,20	68,20	75,20
-14	51,85	68,85	75,85
-13	52,51	69,51	76,51
-12	53,17	70,17	77,17
-11	53,84	70,84	77,84
-10	54,51	71,51	78,51
-9	55,18	72,18	79,18
-8	55,83	72,83	79,83
-7	56,45	73,45	80,45
-6	57,04	74,04	81,04
-5	57,58	74,58	81,58
-4	58,04	75,04	82,04
-3	58,43	75,43	82,43
-2	58,72	75,72	82,72
-1	58,90	75,90	82,90
0	58,96	75,96	82,96
1	58,90	75,90	82,90
2	58,72	75,72	82,72
3	58,43	75,43	82,43
4	58,04	75,04	82,04
5	57,58	74,58	81,58
6	57,04	74,04	81,04
7	56,45	73,45	80,45
8	55,83	72,83	79,83
9	55,18	72,18	79,18
10	54,51	71,51	78,51
11	53,84	70,84	77,84
12	53,17	70,17	77,17
13	52,51	69,51	76,51
14	51,85	68,85	75,85
15	51,20	68,20	75,20
16	50,57	67,57	74,57
17	49,95	66,95	73,95
18	49,35	66,35	73,35
19	48,76	65,76	72,76
20	48,18	65,18	72,18
21	47,62	64,62	71,62
22	47,08	64,08	71,08
23	46,55	63,55	70,55
24	46,03	63,03	70,03
25	45,53	62,53	69,53
26	45,04	62,04	69,04

27	44,57	61,57	68,57
28	44,11	61,11	68,11
29	43,66	60,66	67,66
30	43,22	60,22	67,22
31	42,79	59,79	66,79
32	42,37	59,37	66,37
33	41,96	58,96	65,96
34	41,56	58,56	65,56
35	41,18	58,18	65,18

FIGURA PERFIL DE RADIO INTERFERENCIA -FAIR L50(dB) PARA LT 500 KV CAPALINA 3 – GOV VALADARES 6 C1 C2



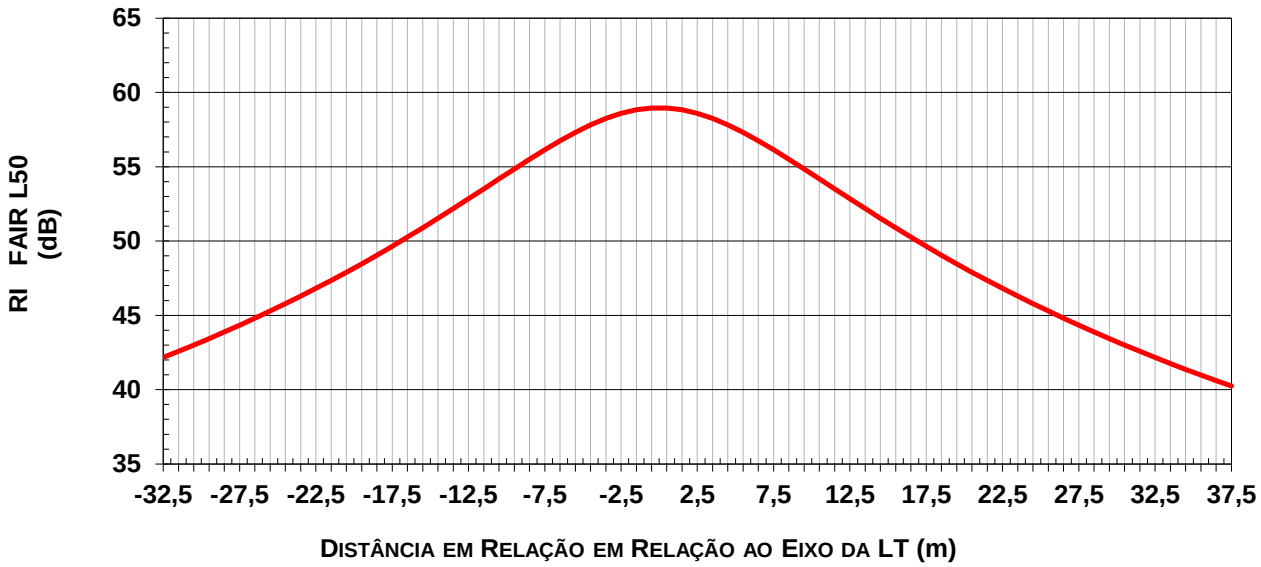
RADIO INTERFERENCIA PARA LT 500 KV JÃO NEIVA 2 – VIANA 2

RI-QP(dB) à 1MHz

FAIXA	FAIR (L50)	FOUL (L50)	FOUL (L1)
-32,5	42,16	59,16	66,16
-31,5	42,58	59,58	66,58
-30,5	43,00	60,00	67,00
-29,5	43,43	60,43	67,43
-28,5	43,88	60,88	67,88
-27,5	44,34	61,34	68,34
-26,5	44,80	61,80	68,80
-25,5	45,29	62,29	69,29
-24,5	45,78	62,78	69,78
-23,5	46,29	63,29	70,29
-22,5	46,81	63,81	70,81
-21,5	47,35	64,35	71,35
-20,5	47,90	64,90	71,90
-19,5	48,47	65,47	72,47
-18,5	49,05	66,05	73,05
-17,5	49,65	66,65	73,65
-16,5	50,26	67,26	74,26
-15,5	50,89	67,89	74,89
-14,5	51,53	68,53	75,53
-13,5	52,18	69,18	76,18
-12,5	52,84	69,84	76,84
-11,5	53,51	70,51	77,51
-10,5	54,18	71,18	78,18
-9,5	54,85	71,85	78,85
-8,5	55,50	72,50	79,50
-7,5	56,14	73,14	80,14
-6,5	56,75	73,75	80,75
-5,5	57,31	74,31	81,31
-4,5	57,82	74,82	81,82
-3,5	58,25	75,25	82,25
-2,5	58,59	75,59	82,59
-1,5	58,83	75,83	82,83
-0,5	58,95	75,95	82,95
0,5	58,95	75,95	82,95
1,5	58,83	75,83	82,83
2,5	58,59	75,59	82,59
3,5	58,25	75,25	82,25
4,5	57,82	74,82	81,82
5,5	57,31	74,31	81,31
6,5	56,75	73,75	80,75
7,5	56,14	73,14	80,14
8,5	55,50	72,50	79,50
9,5	54,85	71,85	78,85
10,5	54,18	71,18	78,18
11,5	53,51	70,51	77,51
12,5	52,84	69,84	76,84
13,5	52,18	69,18	76,18
14,5	51,53	68,53	75,53
15,5	50,89	67,89	74,89
16,5	50,26	67,26	74,26
17,5	49,65	66,65	73,65
18,5	49,05	66,05	73,05
19,5	48,47	65,47	72,47
20,5	47,90	64,90	71,90
21,5	47,35	64,35	71,35
22,5	46,81	63,81	70,81
23,5	46,29	63,29	70,29
24,5	45,78	62,78	69,78
25,5	45,29	62,29	69,29
26,5	44,80	61,80	68,80

27,5	44,34	61,34	68,34
28,5	43,88	60,88	67,88
29,5	43,43	60,43	67,43
30,5	43,00	60,00	67,00
31,5	42,58	59,58	66,58
32,5	42,16	59,16	66,16
33,5	41,76	58,76	65,76
34,5	41,37	58,37	65,37
35,5	40,98	57,98	64,98
36,5	40,61	57,61	64,61
37,5	40,24	57,24	64,24

FIGURA PERFIL DE RADIO INTERFERENCIA -FAIR L50(dB) PARA LT 500 KV JÃO NEIVA 2 – VIANA 2

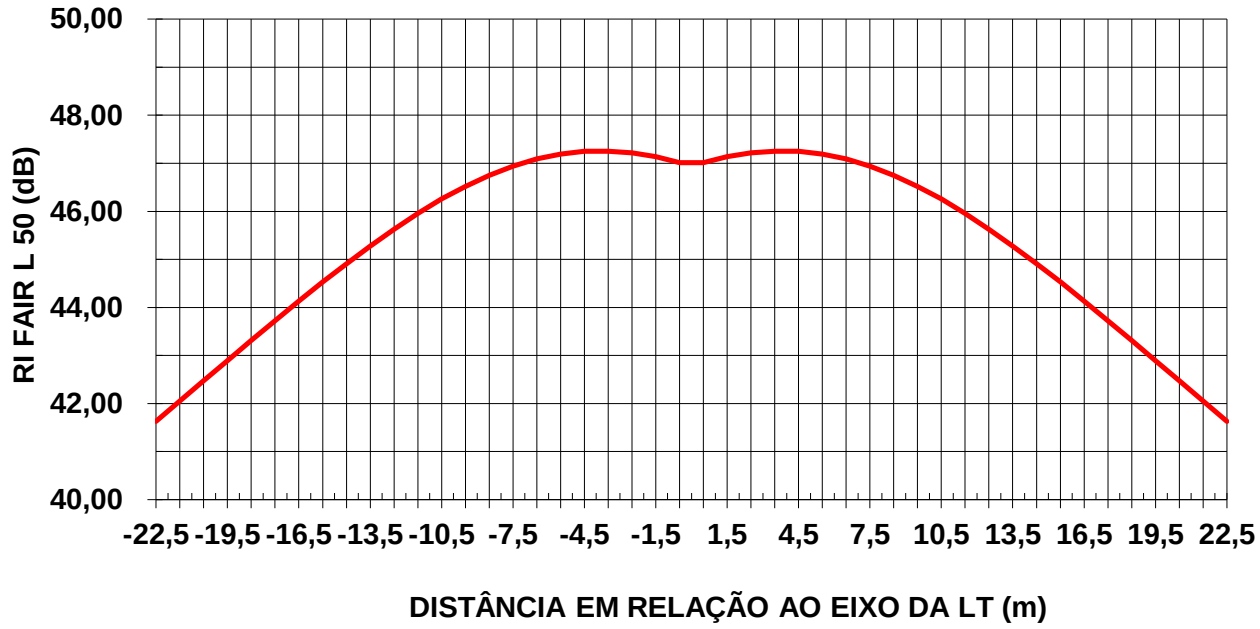


RADIO INTERFERENCIA PARA LT 345 KV VIANA 2 - VIANA

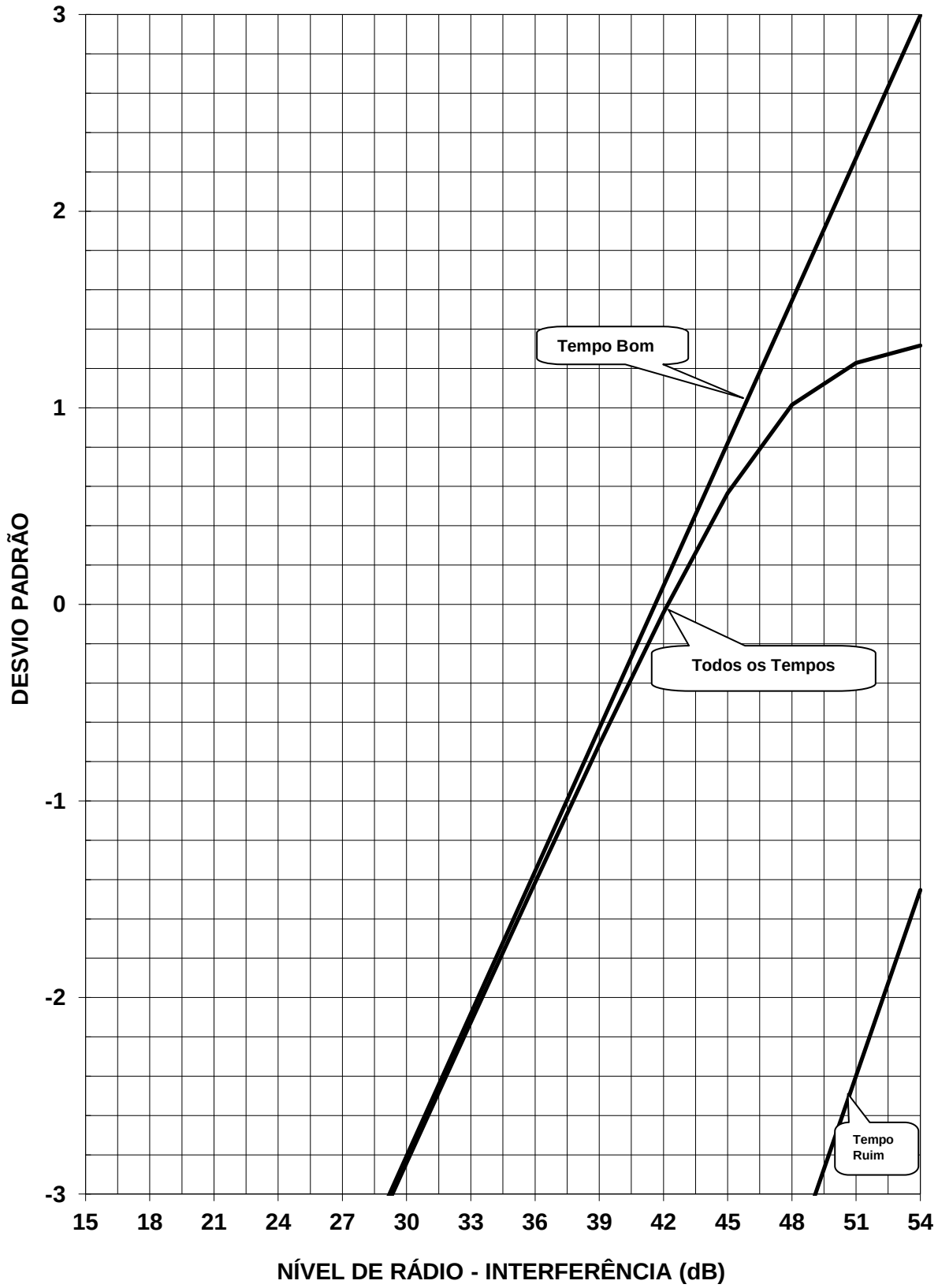
RI-QP(dB) à 1MHz

XP(m)	FAIR-L50	FOUL-L50	FOUL-L1
-22.5	41.63	58.63	65.56
-21.5	42.05	59.05	65.98
-20.5	42.47	59.47	66.40
-19.5	42.89	59.89	66.82
-18.5	43.31	60.31	67.24
-17.5	43.72	60.72	67.65
-16.5	44.13	61.13	68.06
-15.5	44.53	61.53	68.46
-14.5	44.91	61.91	68.84
-13.5	45.28	62.28	69.21
-12.5	45.63	62.63	69.56
-11.5	45.96	62.96	69.89
-10.5	46.26	63.26	70.19
-9.5	46.52	63.52	70.45
-8.5	46.75	63.75	70.68
-7.5	46.94	63.94	70.87
-6.5	47.09	64.09	71.02
-5.5	47.19	64.19	71.12
-4.5	47.25	64.25	71.17
-3.5	47.25	64.25	71.18
-2.5	47.22	64.22	71.15
-1.5	47.14	64.14	71.07
-0.5	47.01	64.01	70.94
0.5	47.01	64.01	70.94
1.5	47.14	64.14	71.07
2.5	47.22	64.22	71.15
3.5	47.25	64.25	71.18
4.5	47.25	64.25	71.17
5.5	47.19	64.19	71.12
6.5	47.09	64.09	71.02
7.5	46.94	63.94	70.87
8.5	46.75	63.75	70.68
9.5	46.52	63.52	70.45
10.5	46.26	63.26	70.19
11.5	45.96	62.96	69.89
12.5	45.63	62.63	69.56
13.5	45.28	62.28	69.21
14.5	44.91	61.91	68.84
15.5	44.53	61.53	68.46
16.5	44.13	61.13	68.06
17.5	43.72	60.72	67.65
18.5	43.31	60.31	67.24
19.5	42.89	59.89	66.82
20.5	42.47	59.47	66.40
21.5	42.05	59.05	65.98
22.5	41.63	58.63	65.56

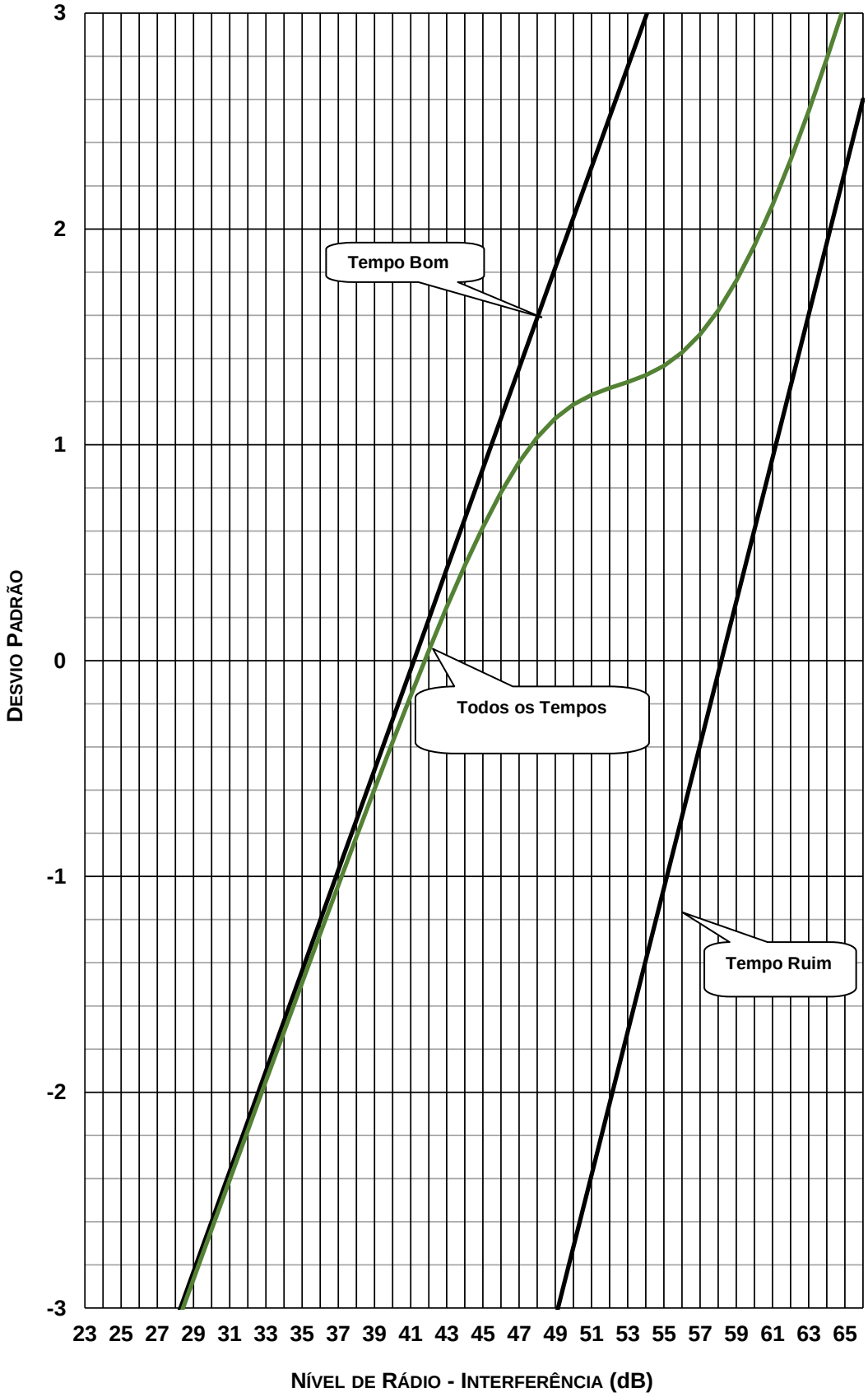
FIGURA PERFIL DE RADIO INTERFERENCIA -FAIR L50(dB) PARA LT 345 KV VIANA 2 - VIANA



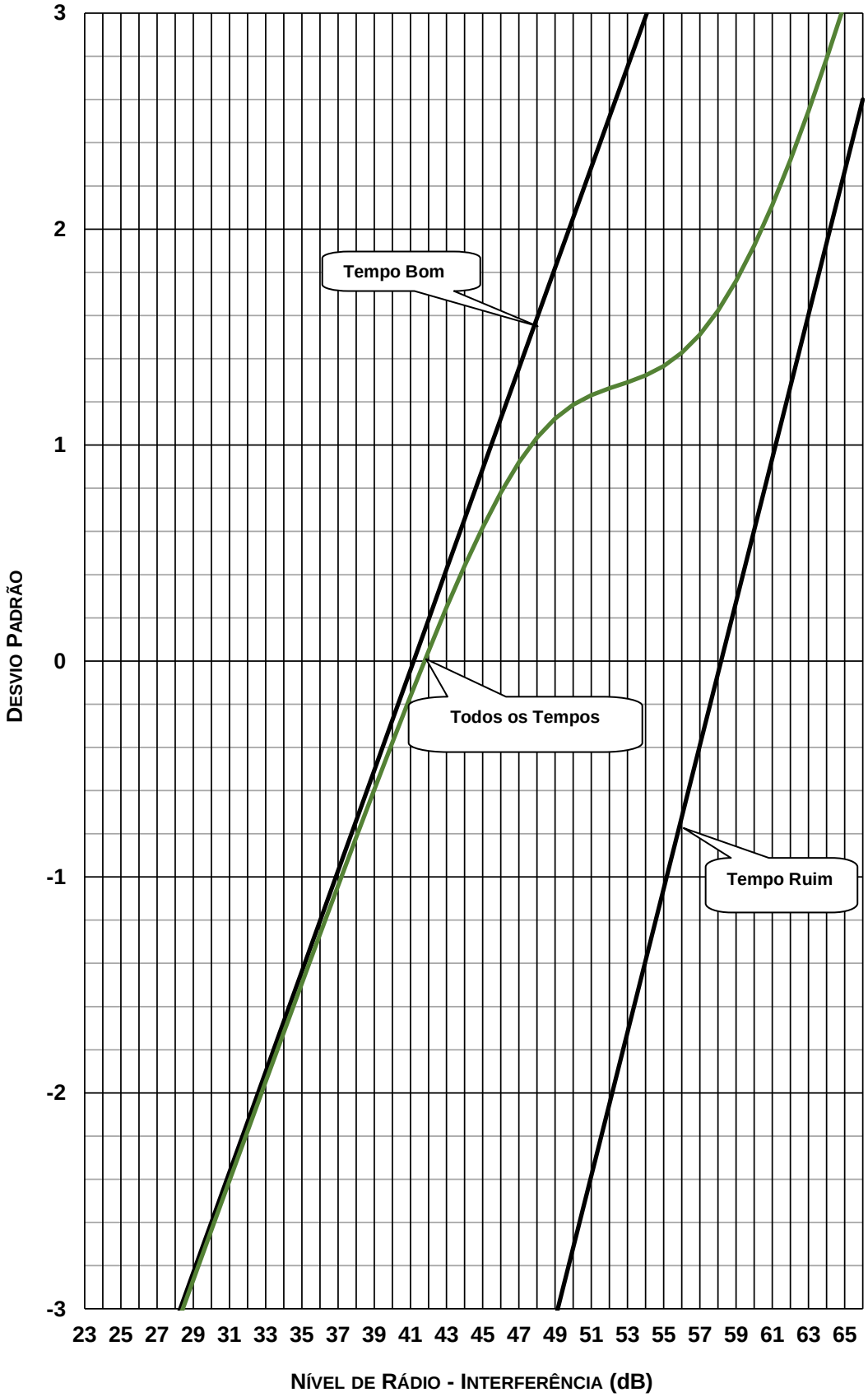
RI DE TODOS OS TEMPOS PARA LT 500 KV JAÍBA – JANAÚBA 6 E JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 C2



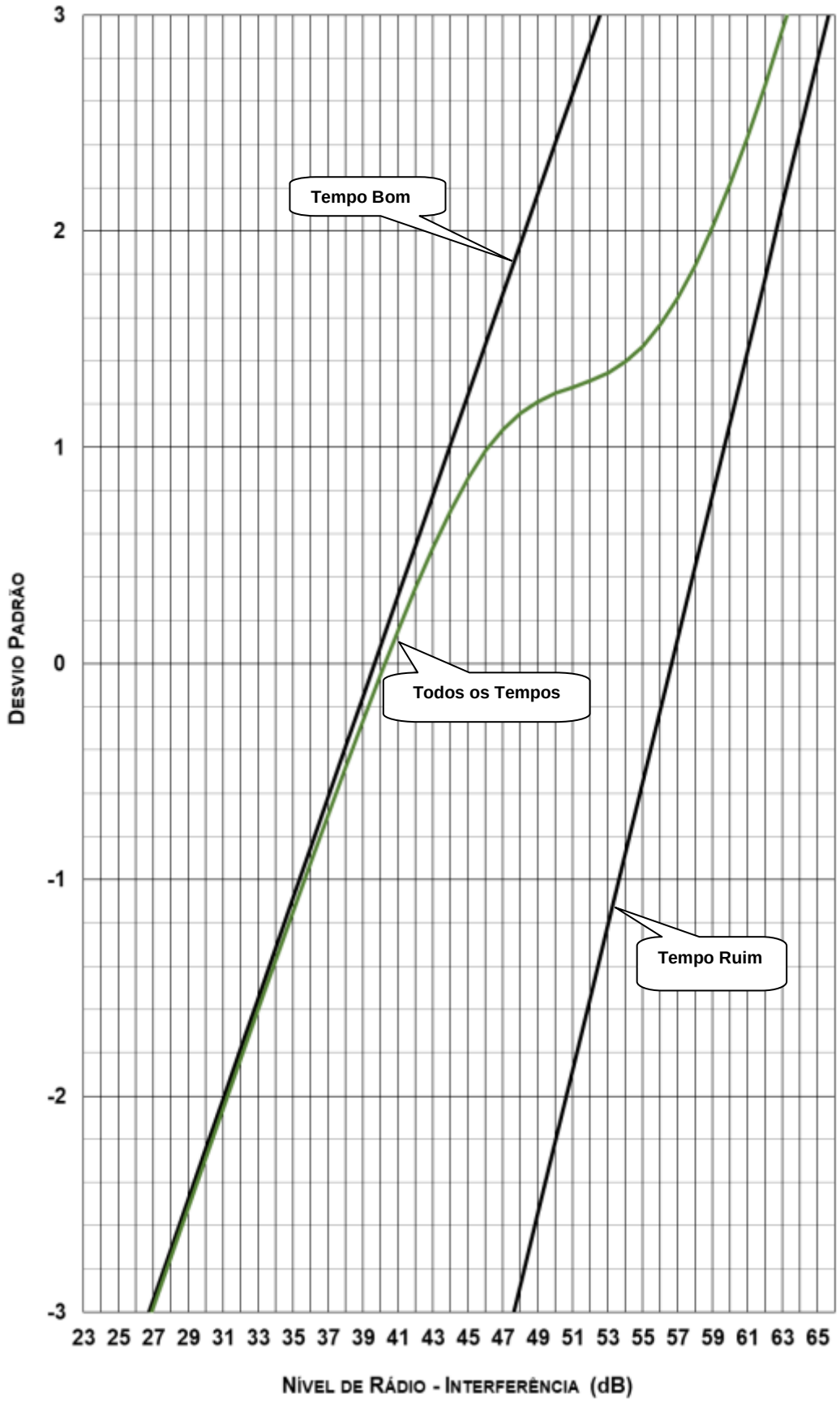
RI DE TODOS OS TEMPOS PARA LT 500 KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 C2



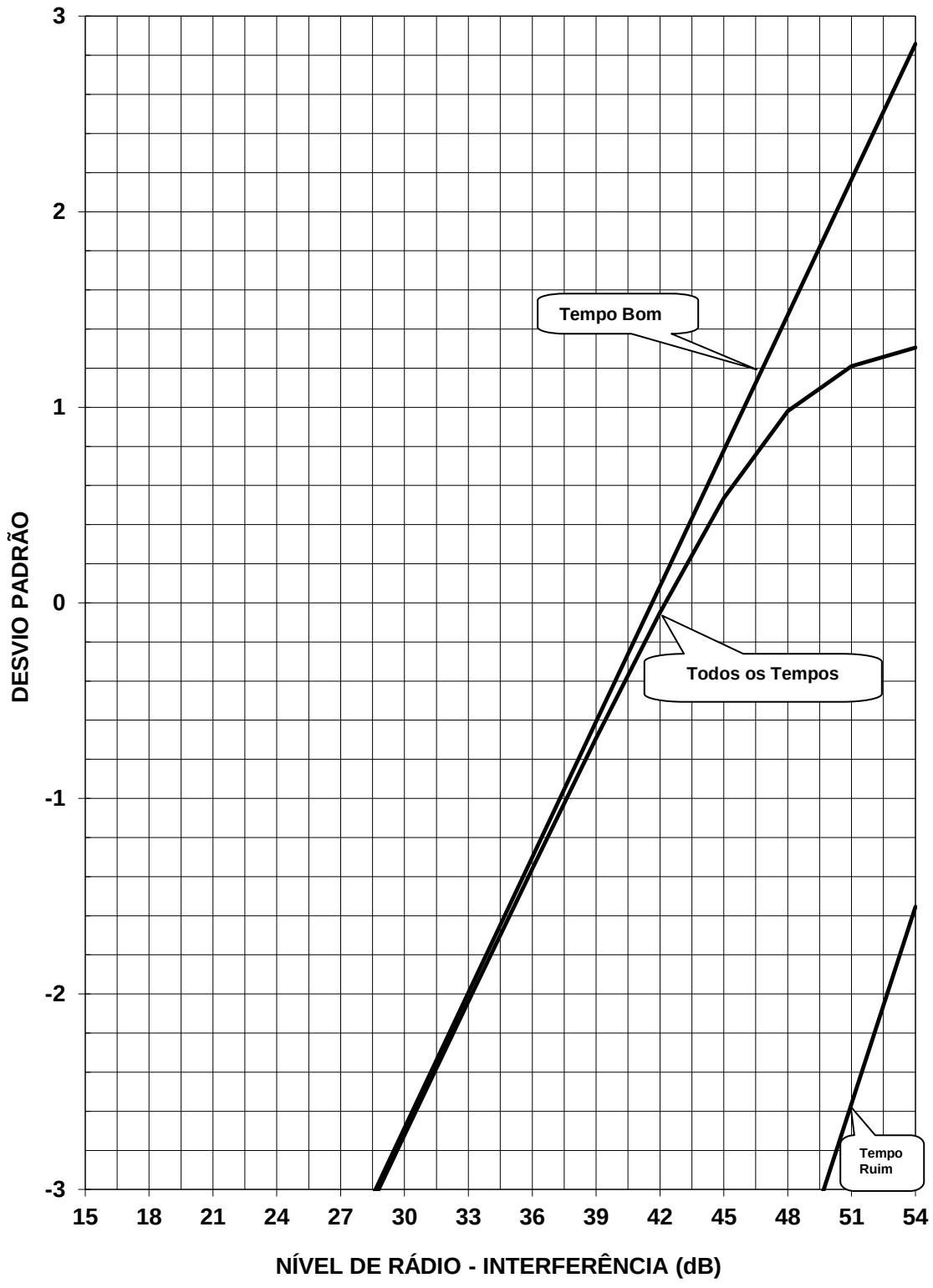
RI DE TODOS OS TEMPOS PARA LT 500 KV CAPELINHA 3 – GOV VALADARES 6 C1 C1



RI DE TODOS OS TEMPOS PARA LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2



RI DE TODOS OS TEMPOS PARA LT 345 KV VIANA 2 - VIANA



ANEXO 3 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – RUÍDO AUDÍVEL, TEMPO RUIM

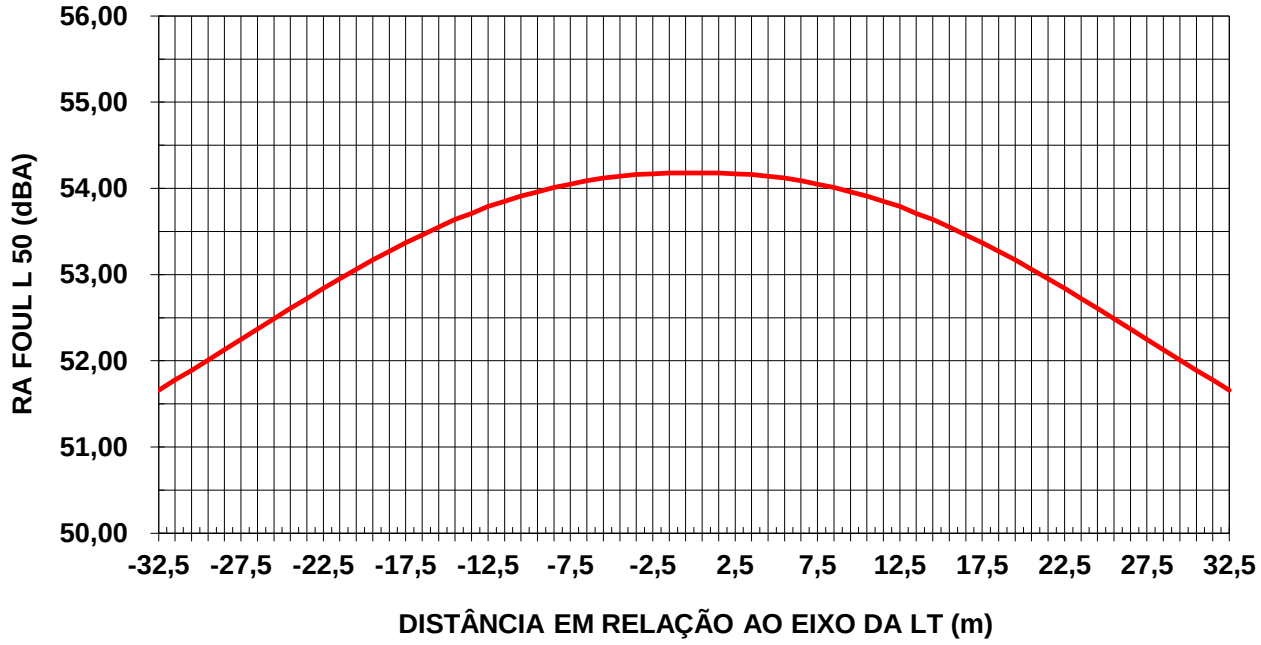
PERFIL DE RUIDO AUDIVEL PARA LT 500 KV JAÍBA – JANAÚBA 6 E JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 C2

PERFIL DE RUÍDO AUDÍVEL - FOUL WEATHER:

XP(m)	L50(dBA)	L5(dBA)
-32.5	51.66	55.77
-31.5	51.78	55.89
-30.5	51.89	56.00
-29.5	52.01	56.12
-28.5	52.13	56.24
-27.5	52.25	56.36
-26.5	52.37	56.47
-25.5	52.49	56.59
-24.5	52.61	56.71
-23.5	52.72	56.82
-22.5	52.84	56.93
-21.5	52.95	57.04
-20.5	53.06	57.15
-19.5	53.17	57.26
-18.5	53.27	57.36
-17.5	53.37	57.46
-16.5	53.46	57.55
-15.5	53.55	57.64
-14.5	53.64	57.72
-13.5	53.71	57.79
-12.5	53.79	57.86
-11.5	53.85	57.93
-10.5	53.91	57.99
-9.5	53.96	58.04
-8.5	54.01	58.08
-7.5	54.05	58.12
-6.5	54.09	58.16
-5.5	54.12	58.19
-4.5	54.14	58.21
-3.5	54.16	58.23
-2.5	54.17	58.24
-1.5	54.18	58.25
-0.5	54.18	58.25
0.5	54.18	58.25
1.5	54.18	58.25
2.5	54.17	58.24
3.5	54.16	58.23
4.5	54.14	58.21
5.5	54.12	58.19
6.5	54.09	58.16
7.5	54.05	58.12
8.5	54.01	58.08
9.5	53.96	58.04
10.5	53.91	57.99
11.5	53.85	57.93
12.5	53.79	57.86
13.5	53.71	57.79
14.5	53.64	57.72
15.5	53.55	57.64
16.5	53.46	57.55
17.5	53.37	57.46
18.5	53.27	57.36
19.5	53.17	57.26
20.5	53.06	57.15
21.5	52.95	57.04
22.5	52.84	56.93
23.5	52.72	56.82
24.5	52.61	56.71

25.5	52.49	56.59
26.5	52.37	56.47
27.5	52.25	56.36
28.5	52.13	56.24
29.5	52.01	56.12
30.5	51.89	56.00
31.5	51.78	55.89
32.5	51.66	55.77

FIGURA PERFIL DE RUIDO AUDÍVEL –FOUL L50(dBA) PARA LT 500 KV JAÍBA – JANAÚBA 6 E JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 C2



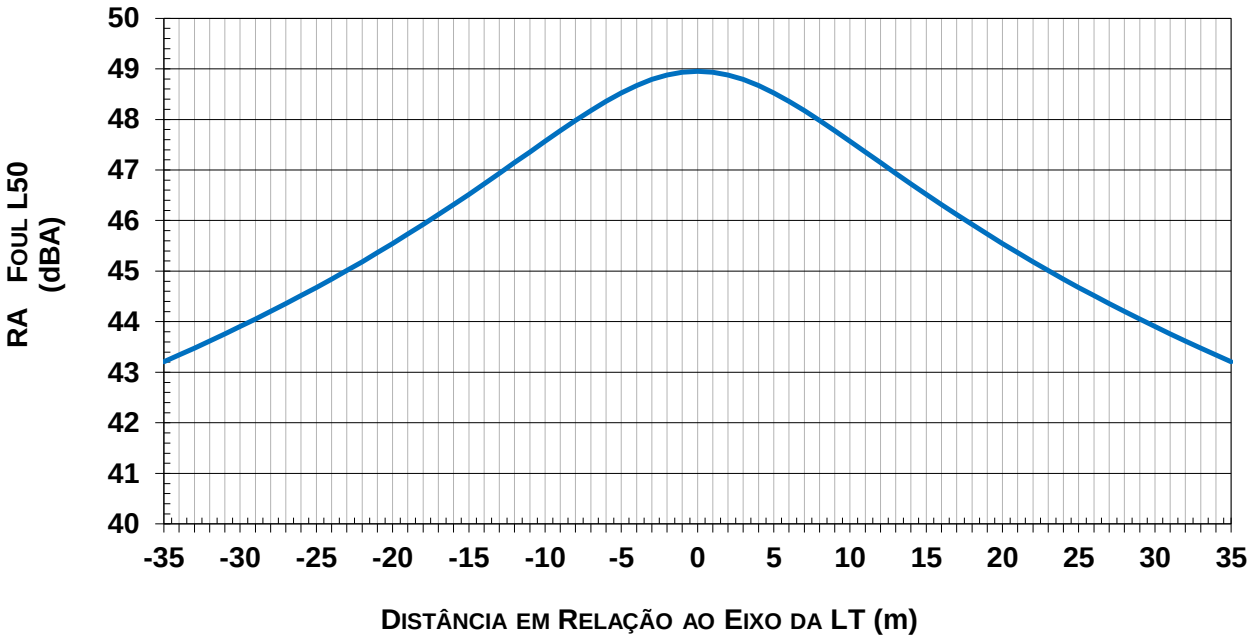
PERFIL DE RUIDO AUDIVEL PARA LT 500 KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 C2

PERFIL DE RUÍDO AUDÍVEL - FOUL WEATHER:

FAIXA	L50 (dBA)	L5 (dBA)
-35	43,21	45,86
-34	43,34	46,00
-33	43,48	46,13
-32	43,62	46,27
-31	43,76	46,41
-30	43,90	46,56
-29	44,05	46,71
-28	44,20	46,86
-27	44,36	47,01
-26	44,52	47,17
-25	44,68	47,33
-24	44,84	47,50
-23	45,01	47,67
-22	45,19	47,84
-21	45,36	48,02
-20	45,55	48,20
-19	45,73	48,39
-18	45,92	48,58
-17	46,12	48,77
-16	46,32	48,97
-15	46,52	49,17
-14	46,73	49,38
-13	46,93	49,59
-12	47,15	49,80
-11	47,36	50,01
-10	47,57	50,22
-9	47,78	50,43
-8	47,98	50,63
-7	48,17	50,83
-6	48,36	51,01
-5	48,52	51,18
-4	48,67	51,32
-3	48,79	51,44
-2	48,88	51,53
-1	48,93	51,59
0	48,95	51,61
1	48,93	51,59
2	48,88	51,53
3	48,79	51,44
4	48,67	51,32
5	48,52	51,18
6	48,36	51,01
7	48,17	50,83
8	47,98	50,63
9	47,78	50,43
10	47,57	50,22
11	47,36	50,01
12	47,15	49,80
13	46,93	49,59
14	46,73	49,38
15	46,52	49,17
16	46,32	48,97
17	46,12	48,77
18	45,92	48,58
19	45,73	48,39
20	45,55	48,20
21	45,36	48,02

22	45,19	47,84
23	45,01	47,67
24	44,84	47,50
25	44,68	47,33
26	44,52	47,17
27	44,36	47,01
28	44,20	46,86
29	44,05	46,71
30	43,90	46,56
31	43,76	46,41
32	43,62	46,27
33	43,48	46,13
34	43,34	46,00
35	43,21	45,86

FIGURA PERFIL DE RUIDO AUDÍVEL -FOUL L50(dBA) PARA LT 500 KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 C2



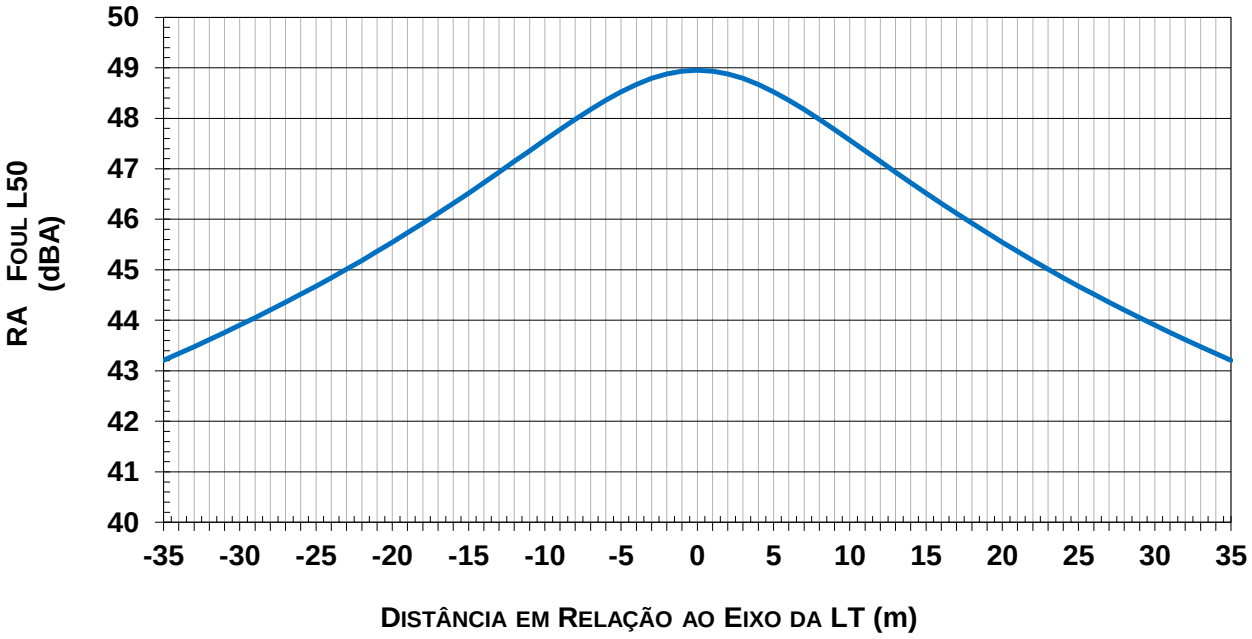
PERFIL DE RUIDO AUDIVEL PARA LT 500 KV CAPELINHA 3 – GOV VALADARES 6 C1 C2

PERFIL DE RUÍDO AUDÍVEL - FOUL WEATHER:

FAIXA	L50 (dBA)	L5 (dBA)
-35	43,21	45,86
-34	43,34	46,00
-33	43,48	46,13
-32	43,62	46,27
-31	43,76	46,41
-30	43,90	46,56
-29	44,05	46,71
-28	44,20	46,86
-27	44,36	47,01
-26	44,52	47,17
-25	44,68	47,33
-24	44,84	47,50
-23	45,01	47,67
-22	45,19	47,84
-21	45,36	48,02
-20	45,55	48,20
-19	45,73	48,39
-18	45,92	48,58
-17	46,12	48,77
-16	46,32	48,97
-15	46,52	49,17
-14	46,73	49,38
-13	46,93	49,59
-12	47,15	49,80
-11	47,36	50,01
-10	47,57	50,22
-9	47,78	50,43
-8	47,98	50,63
-7	48,17	50,83
-6	48,36	51,01
-5	48,52	51,18
-4	48,67	51,32
-3	48,79	51,44
-2	48,88	51,53
-1	48,93	51,59
0	48,95	51,61
1	48,93	51,59
2	48,88	51,53
3	48,79	51,44
4	48,67	51,32
5	48,52	51,18
6	48,36	51,01
7	48,17	50,83
8	47,98	50,63
9	47,78	50,43
10	47,57	50,22
11	47,36	50,01
12	47,15	49,80
13	46,93	49,59
14	46,73	49,38
15	46,52	49,17
16	46,32	48,97
17	46,12	48,77
18	45,92	48,58
19	45,73	48,39
20	45,55	48,20
21	45,36	48,02
22	45,19	47,84
23	45,01	47,67
24	44,84	47,50
25	44,68	47,33
26	44,52	47,17

27	44,36	47,01
28	44,20	46,86
29	44,05	46,71
30	43,90	46,56
31	43,76	46,41
32	43,62	46,27
33	43,48	46,13
34	43,34	46,00
35	43,21	45,86

FIGURA PERFIL DE RUIDO AUDÍVEL –FOUL L50(dBA) PARA LT 500 KV CAPELINHA 3 – GOV VALADARES 6 C1 C2



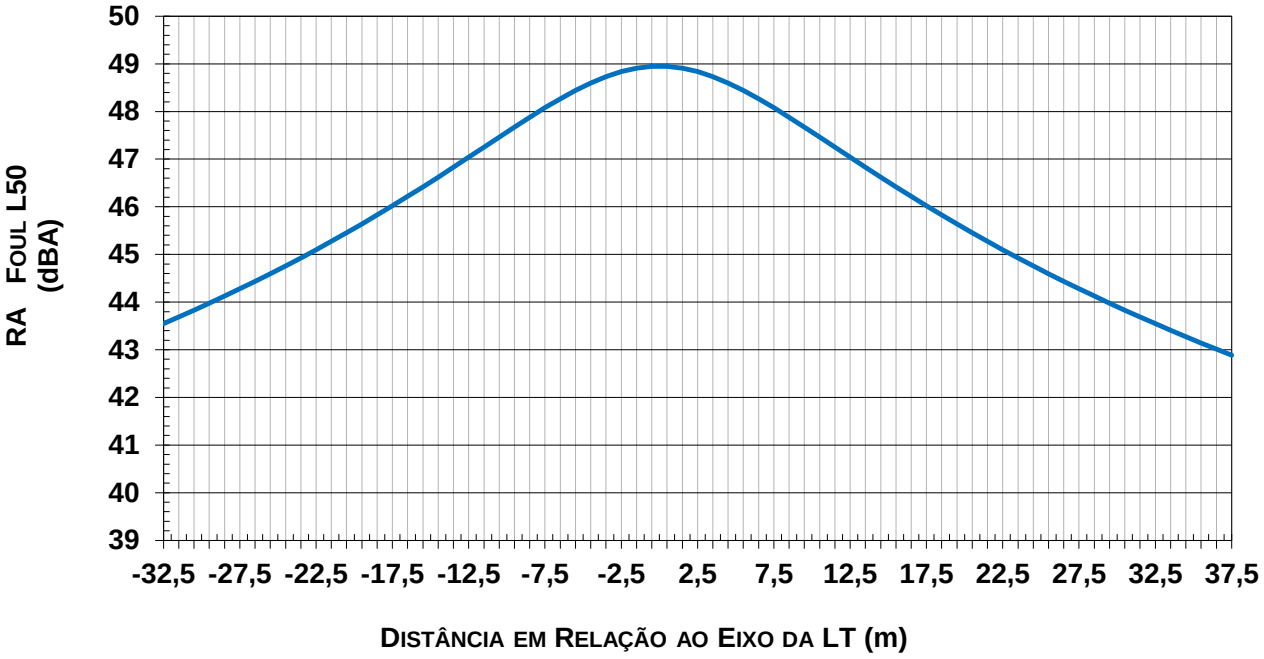
PERFIL DE RUIDO AUDIVEL PARA LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2

PERFIL DE RUÍDO AUDÍVEL - FOUL WEATHER:

FAIXA	L50 (dBA)	L5 (dBA)
-32,5	43,54643516	46,20177853
-31,5	43,68672865	46,34207202
-30,5	43,83001044	46,48535381
-29,5	43,97640173	46,6317451
-28,5	44,12602739	46,78137076
-27,5	44,27901518	46,93435855
-26,5	44,43549483	47,0908382
-25,5	44,59559655	47,25093992
-24,5	44,7594491	47,41479247
-23,5	44,92717715	47,58252052
-22,5	45,09889765	47,75424102
-21,5	45,27471507	47,93005844
-20,5	45,45471504	48,11005841
-19,5	45,638956	48,29429937
-18,5	45,82745819	48,48280156
-17,5	46,02018931	48,67553267
-16,5	46,2170459	48,87238927
-15,5	46,41782936	49,07317273
-14,5	46,62221527	49,27755863
-13,5	46,82971465	49,48505802
-12,5	47,0396259	49,69496927
-11,5	47,25097632	49,90631968
-10,5	47,46245336	50,11779673
-9,5	47,67232777	50,32767114
-8,5	47,87837391	50,53371728
-7,5	48,07779844	50,73314181
-6,5	48,2671956	50,92253897
-5,5	48,4425558	51,09789917
-4,5	48,59936063	51,25470399
-3,5	48,73279618	51,38813955
-2,5	48,83810096	51,49344433
-1,5	48,91102952	51,56637289
-0,5	48,9483643	51,60370767
0,5	48,9483643	51,60370767
1,5	48,91102952	51,56637289
2,5	48,83810096	51,49344433
3,5	48,73279618	51,38813955
4,5	48,59936063	51,25470399
5,5	48,4425558	51,09789917
6,5	48,2671956	50,92253897
7,5	48,07779844	50,73314181
8,5	47,87837391	50,53371728
9,5	47,67232777	50,32767114
10,5	47,46245336	50,11779673
11,5	47,25097632	49,90631968
12,5	47,0396259	49,69496927
13,5	46,82971465	49,48505802
14,5	46,62221527	49,27755863
15,5	46,41782936	49,07317273
16,5	46,2170459	48,87238927
17,5	46,02018931	48,67553267
18,5	45,82745819	48,48280156
19,5	45,638956	48,29429937
20,5	45,45471504	48,11005841
21,5	45,27471507	47,93005844
22,5	45,09889765	47,75424102
23,5	44,92717715	47,58252052
24,5	44,7594491	47,41479247
25,5	44,59559655	47,25093992
26,5	44,43549483	47,0908382

27,5	44,27901518	46,93435855
28,5	44,12602739	46,78137076
29,5	43,97640173	46,6317451
30,5	43,83001044	46,48535381
31,5	43,68672865	46,34207202
32,5	43,54643516	46,20177853
33,5	43,40901285	46,06435622
34,5	43,27434897	45,92969234
35,5	43,1423353	45,79767867
36,5	43,01286821	45,66821158
37,5	42,8858486	45,54119197

FIGURA PERFIL DE RUIDO AUDÍVEL –FOUL L50(dBA) PARA LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2

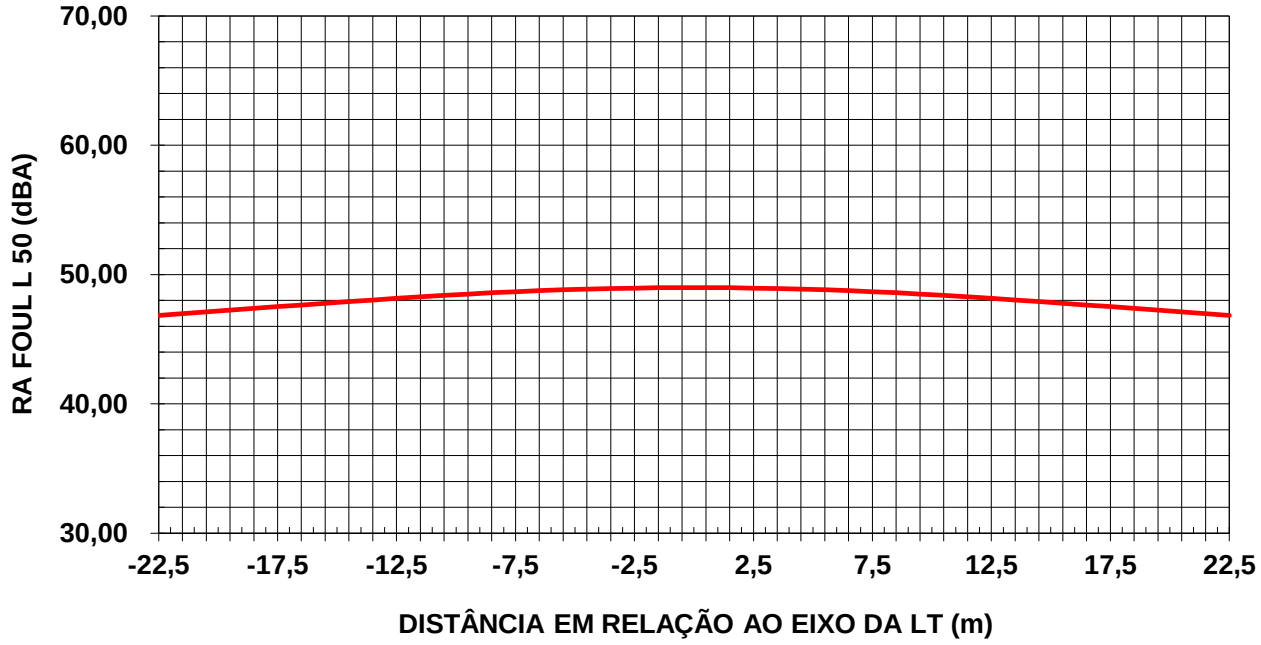


PERFIL DE RUIDO AUDIVEL PARA LT 345 KV VIANA 2 – VIANA

PERFIL DE RUÍDO AUDÍVEL - FOUL WEATHER:

XP(m)	L50(dBA)	L5(dBA)
-22.5	46.84	54.43
-21.5	46.98	54.57
-20.5	47.11	54.71
-19.5	47.25	54.85
-18.5	47.38	54.99
-17.5	47.52	55.12
-16.5	47.65	55.26
-15.5	47.78	55.39
-14.5	47.91	55.53
-13.5	48.04	55.65
-12.5	48.16	55.78
-11.5	48.28	55.90
-10.5	48.39	56.01
-9.5	48.49	56.11
-8.5	48.59	56.21
-7.5	48.67	56.30
-6.5	48.75	56.37
-5.5	48.82	56.44
-4.5	48.87	56.50
-3.5	48.92	56.54
-2.5	48.95	56.57
-1.5	48.98	56.60
-0.5	48.99	56.61
0.5	48.99	56.61
1.5	48.98	56.60
2.5	48.95	56.57
3.5	48.92	56.54
4.5	48.87	56.50
5.5	48.82	56.44
6.5	48.75	56.37
7.5	48.67	56.30
8.5	48.59	56.21
9.5	48.49	56.11
10.5	48.39	56.01
11.5	48.28	55.90
12.5	48.16	55.78
13.5	48.04	55.65
14.5	47.91	55.53
15.5	47.78	55.39
16.5	47.65	55.26
17.5	47.52	55.12
18.5	47.38	54.99
19.5	47.25	54.85
20.5	47.11	54.71
21.5	46.98	54.57
22.5	46.84	54.43

FIGURA PERFIL DE RUIDO AUDÍVEL -FOUL L50(dBA) PARA LT 345 KV VIANA 2- VIANA



ANEXO 4 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – CAMPO ELÉTRICO

PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500 KV JAÍBA - JANAÚBA 6 E JANAÚBA 6 - JANAÚBA 3 C1 C2:LONGA DURAÇÃO - 11,0 M

PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

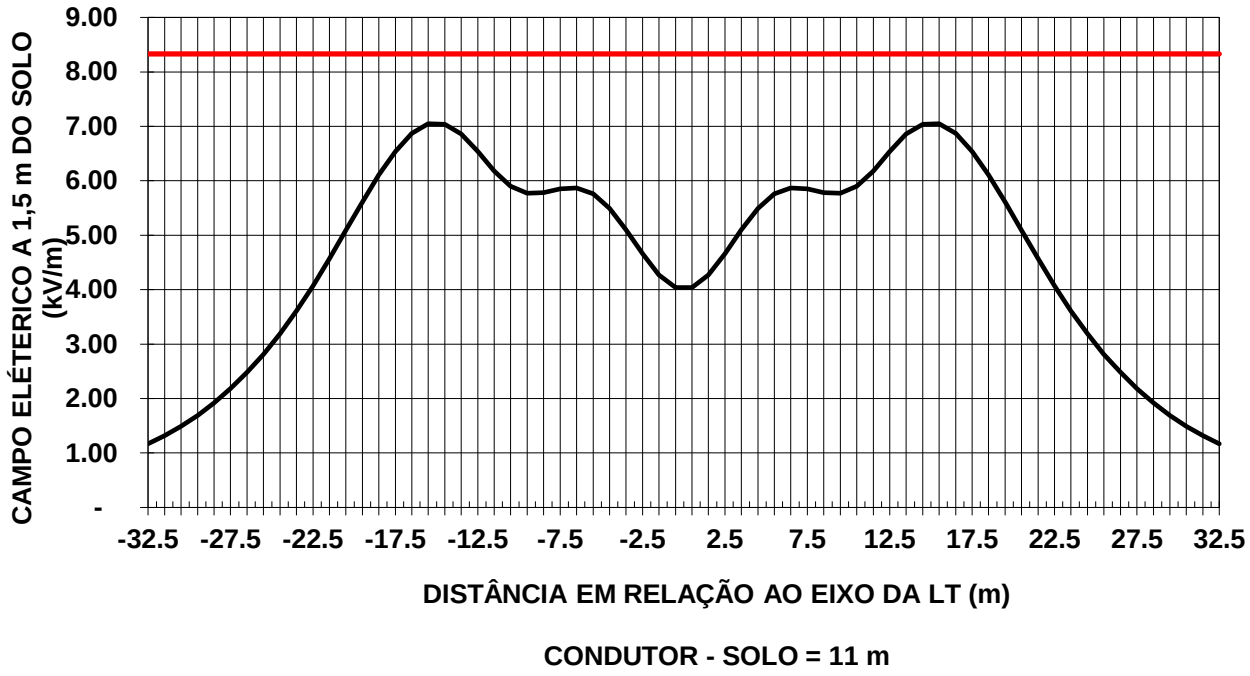
ALTURA AO SOLO = 1.50 m

XP(m)	E(kV/m)	XP(m)	E(kV/m)
-32.5	1.17	0.5	4.04
-31.5	1.32	1.5	4.27
-30.5	1.49	2.5	4.66
-29.5	1.69	3.5	5.10
-28.5	1.92	4.5	5.49
-27.5	2.18	5.5	5.76
-26.5	2.48	6.5	5.87
-25.5	2.81	7.5	5.85
-24.5	3.19	8.5	5.78
-23.5	3.61	9.5	5.77
-22.5	4.07	10.5	5.90
-21.5	4.57	11.5	6.18
-20.5	5.09	12.5	6.54
-19.5	5.61	13.5	6.86
-18.5	6.11	14.5	7.04
-17.5	6.54	15.5	7.05
-16.5	6.87	16.5	6.87
-15.5	7.05	17.5	6.54
-14.5	7.04	18.5	6.11
-13.5	6.86	19.5	5.61
-12.5	6.54	20.5	5.09
-11.5	6.18	21.5	4.57
-10.5	5.90	22.5	4.07
-9.5	5.77	23.5	3.61
-8.5	5.78	24.5	3.19
-7.5	5.85	25.5	2.81
-6.5	5.87	26.5	2.48
-5.5	5.76	27.5	2.18
-4.5	5.49	28.5	1.92
-3.5	5.10	29.5	1.69
-2.5	4.66	30.5	1.49
-1.5	4.27	31.5	1.32
-0.5	4.04	32.5	1.17

CAMPO MÉDIO EQUIVALENTE = 2.20 kV/m

GRAFICO PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500 KV JAÍBA – JANAÚBA 6 E JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 C2

CAMPO ELETRICO AVALIADO PARA CONDIÇÃO DE LONGA DURAÇÃO CONFORME RESOLUÇÃO NORMATIVA[7][8]



CONDUTOR - SOLO = 11 m

PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500 KV JAÍBA - JANAÚBA 6 E JANAÚBA 6 - JANAÚBA 3 C1 C2: CURTA DURAÇÃO - 10,50 M

PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

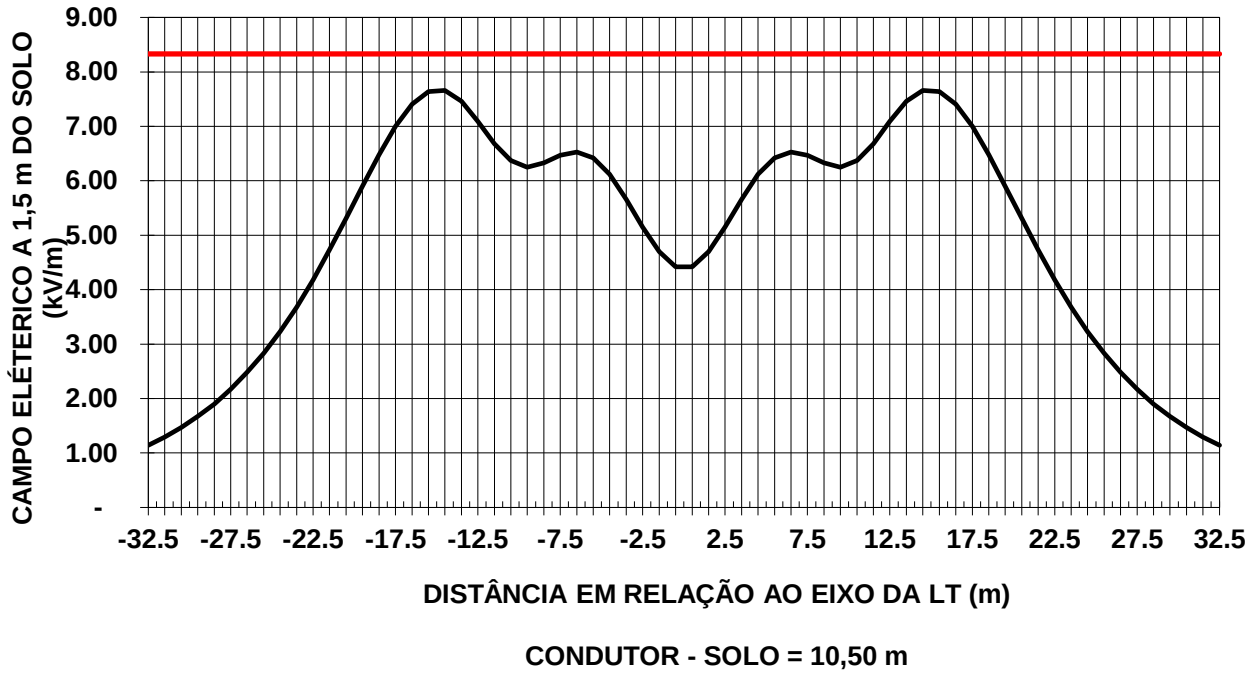
ALTURA AO SOLO = 1.50 m

XP(m)	E(kV/m)	XP(m)	E(kV/m)
-32.5	1.14	0.5	4.42
-31.5	1.29	1.5	4.70
-30.5	1.47	2.5	5.15
-29.5	1.67	3.5	5.66
-28.5	1.90	4.5	6.12
-27.5	2.17	5.5	6.42
-26.5	2.48	6.5	6.53
-25.5	2.83	7.5	6.47
-24.5	3.23	8.5	6.33
-23.5	3.68	9.5	6.25
-22.5	4.18	10.5	6.37
-21.5	4.73	11.5	6.68
-20.5	5.31	12.5	7.09
-19.5	5.90	13.5	7.46
-18.5	6.48	14.5	7.66
-17.5	7.00	15.5	7.64
-16.5	7.41	16.5	7.41
-15.5	7.64	17.5	7.00
-14.5	7.66	18.5	6.48
-13.5	7.46	19.5	5.90
-12.5	7.09	20.5	5.31
-11.5	6.68	21.5	4.73
-10.5	6.37	22.5	4.18
-9.5	6.25	23.5	3.68
-8.5	6.33	24.5	3.23
-7.5	6.47	25.5	2.83
-6.5	6.53	26.5	2.48
-5.5	6.42	27.5	2.17
-4.5	6.12	28.5	1.90
-3.5	5.66	29.5	1.67
-2.5	5.15	30.5	1.47
-1.5	4.70	31.5	1.29
-0.5	4.42	32.5	1.14

CAMPO MÉDIO EQUIVALENTE = 2.27 kV/m

GRAFICO PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500 KV JAÍBA – JANAÚBA 6 E JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 C2

CAMPO ELETRICO AVALIADO PARA CONDIÇÃO DE CURTA DURAÇÃO CONFORME RESOLUÇÃO NORMATIVA[7][8]



CONDUTOR - SOLO = 10,50 m

PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500 KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 C2
LONGA DURAÇÃO – 12,50 M

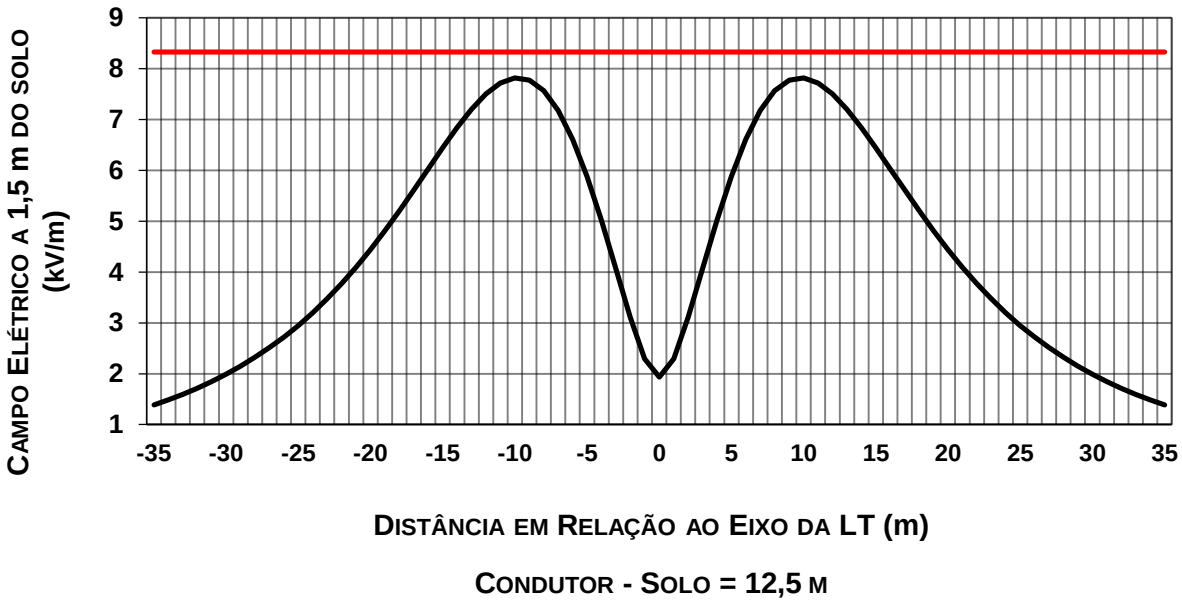
PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

ALTURA AO SOLO = 1.50 m

FAIXA	Eef (kV/m)
-35	1,38
-34	1,49
-33	1,59
-32	1,71
-31	1,85
-30	1,99
-29	2,15
-28	2,32
-27	2,51
-26	2,72
-25	2,95
-24	3,20
-23	3,47
-22	3,77
-21	4,09
-20	4,44
-19	4,81
-18	5,21
-17	5,61
-16	6,03
-15	6,45
-14	6,84
-13	7,20
-12	7,51
-11	7,72
-10	7,82
-9	7,78
-8	7,57
-7	7,18
-6	6,61
-5	5,88
-4	5,02
-3	4,07
-2	3,11
-1	2,29
0	1,93
1	2,29
2	3,11
3	4,07
4	5,02
5	5,88
6	6,61
7	7,18
8	7,57
9	7,78
10	7,82
11	7,72
12	7,51
13	7,20
14	6,84
15	6,45
16	6,03
17	5,61
18	5,21
19	4,81
20	4,44
21	4,09

22	3,77
23	3,47
24	3,20
25	2,95
26	2,72
27	2,51
28	2,32
29	2,15
30	1,99
31	1,85
32	1,71
33	1,59
34	1,49
35	1,38

GRAFICO PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500 KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 C2
CAMPO ELETRICO AVALIADO PARA CONDIÇÃO DE LONGA DURAÇÃO CONFORME RESOLUÇÃO NORMATIVA[7][8]



PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500 KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 C2
CURTA DURAÇÃO – 12,10 M

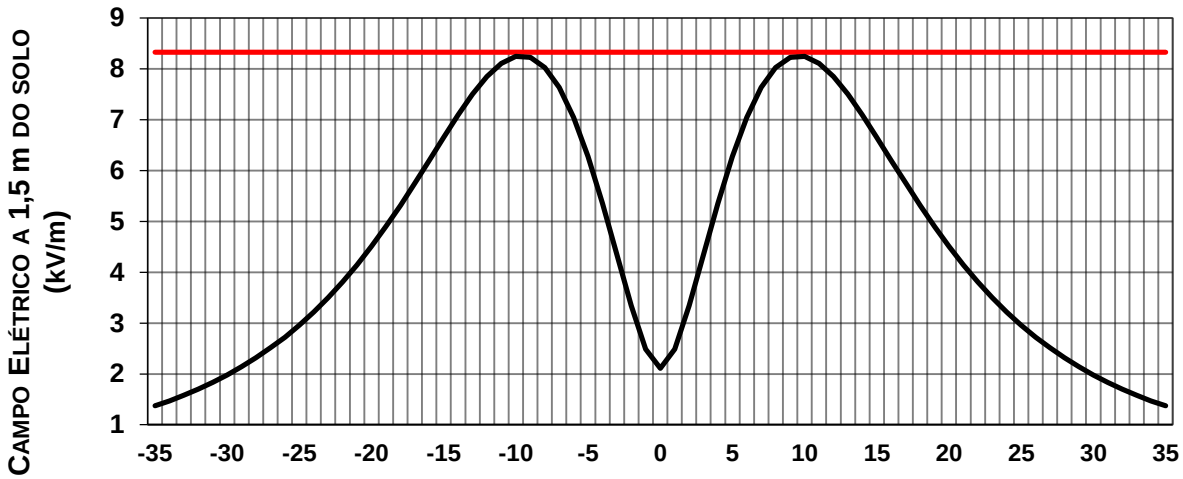
PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

ALTURA AO SOLO = 1.50 m

FAIXA	Eef (kV/m)
-35	1,37
-34	1,47
-33	1,58
-32	1,70
-31	1,83
-30	1,98
-29	2,14
-28	2,32
-27	2,51
-26	2,72
-25	2,96
-24	3,22
-23	3,50
-22	3,81
-21	4,14
-20	4,51
-19	4,90
-18	5,32
-17	5,75
-16	6,20
-15	6,66
-14	7,10
-13	7,50
-12	7,85
-11	8,11
-10	8,24
-9	8,23
-8	8,03
-7	7,64
-6	7,05
-5	6,28
-4	5,36
-3	4,35
-2	3,34
-1	2,49
0	2,11
1	2,49
2	3,34
3	4,35
4	5,36
5	6,28
6	7,05
7	7,64
8	8,03
9	8,23
10	8,24
11	8,11
12	7,85
13	7,50
14	7,10
15	6,66
16	6,20
17	5,75
18	5,32
19	4,90
20	4,51

21	4,14
22	3,81
23	3,50
24	3,22
25	2,96
26	2,72
27	2,51
28	2,32
29	2,14
30	1,98
31	1,83
32	1,70
33	1,58
34	1,47
35	1,37

GRAFICO PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500 KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 C2
CAMPO ELETRICO AVALIADO PARA CONDIÇÃO DE CURTA DURAÇÃO CONFORME RESOLUÇÃO NORMATIVA[7][8]



PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500 KV CAPELINHA 3 – GOV VALADARES 6 C1 C2
LONGA DURAÇÃO – 12,50 M

PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

ALTURA AO SOLO = 1.50 m

FAIXA	Eef (kV/m)
-35	1,38
-34	1,49
-33	1,59
-32	1,71
-31	1,85
-30	1,99
-29	2,15
-28	2,32
-27	2,51
-26	2,72
-25	2,95
-24	3,20
-23	3,47
-22	3,77
-21	4,09
-20	4,44
-19	4,81
-18	5,21
-17	5,61
-16	6,03
-15	6,45
-14	6,84
-13	7,20
-12	7,51
-11	7,72
-10	7,82
-9	7,78
-8	7,57
-7	7,18
-6	6,61
-5	5,88
-4	5,02
-3	4,07
-2	3,11
-1	2,29
0	1,93
1	2,29
2	3,11
3	4,07
4	5,02
5	5,88
6	6,61
7	7,18
8	7,57
9	7,78
10	7,82
11	7,72
12	7,51
13	7,20
14	6,84
15	6,45
16	6,03
17	5,61
18	5,21
19	4,81
20	4,44

21	4,09
22	3,77
23	3,47
24	3,20
25	2,95
26	2,72
27	2,51
28	2,32
29	2,15
30	1,99
31	1,85
32	1,71
33	1,59
34	1,49
35	1,38

GRAFICO PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500KV CAPELINHA 3-GOV VALADARES 6 C1 C2
CAMPO ELETRICO AVALIADO PARA CONDIÇÃO DE LONGA DURAÇÃO CONFORME RESOLUÇÃO NORMATIVA[7][8]

PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500 KV CAPELINHA 3 – GOV VALADARES 6 C1 C2
CURTA DURAÇÃO – 12,10 M

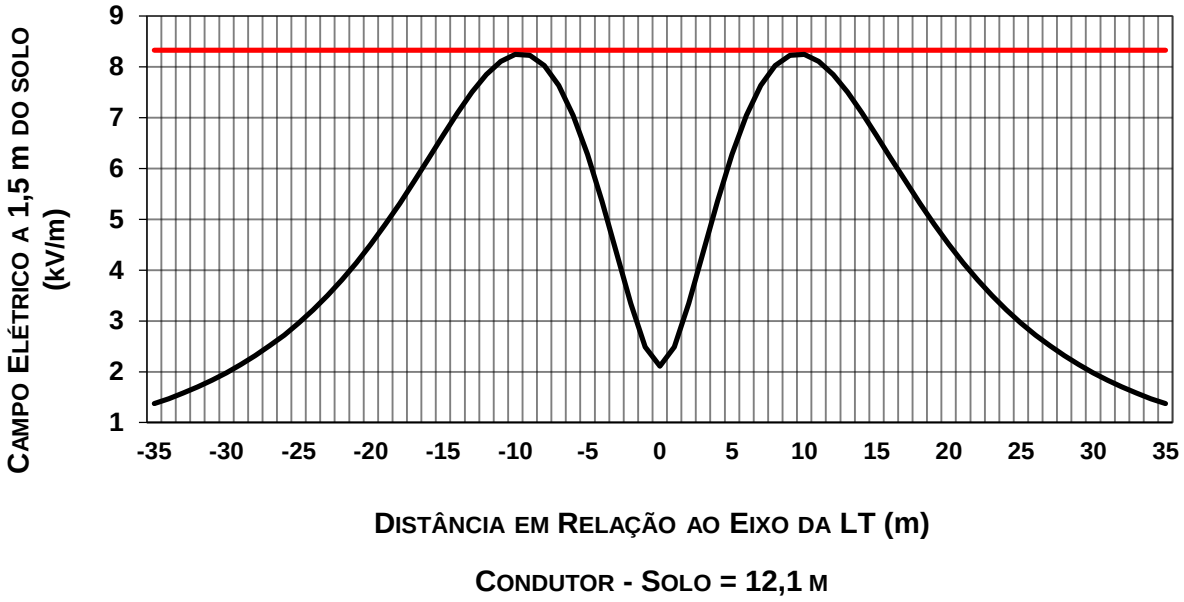
PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

ALTURA AO SOLO = 1.50 m

FAIXA	Eef (kV/m)
-35	1,37
-34	1,47
-33	1,58
-32	1,70
-31	1,83
-30	1,98
-29	2,14
-28	2,32
-27	2,51
-26	2,72
-25	2,96
-24	3,22
-23	3,50
-22	3,81
-21	4,14
-20	4,51
-19	4,90
-18	5,32
-17	5,75
-16	6,20
-15	6,66
-14	7,10
-13	7,50
-12	7,85
-11	8,11
-10	8,24
-9	8,23
-8	8,03
-7	7,64
-6	7,05
-5	6,28
-4	5,36
-3	4,35
-2	3,34
-1	2,49
0	2,11
1	2,49
2	3,34
3	4,35
4	5,36
5	6,28
6	7,05
7	7,64
8	8,03
9	8,23
10	8,24
11	8,11
12	7,85
13	7,50
14	7,10
15	6,66
16	6,20
17	5,75
18	5,32
19	4,90
20	4,51

21	4,14
22	3,81
23	3,50
24	3,22
25	2,96
26	2,72
27	2,51
28	2,32
29	2,14
30	1,98
31	1,83
32	1,70
33	1,58
34	1,47
35	1,37

GRAFICO PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500KV CAPELINHA 3-GOV VALADARES 6 C1 C2
CAMPO ELETRICO AVALIADO PARA CONDIÇÃO DE CURTA DURAÇÃO CONFORME RESOLUÇÃO NORMATIVA[7][8]



PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2
LONGA DURAÇÃO – 12,50 M

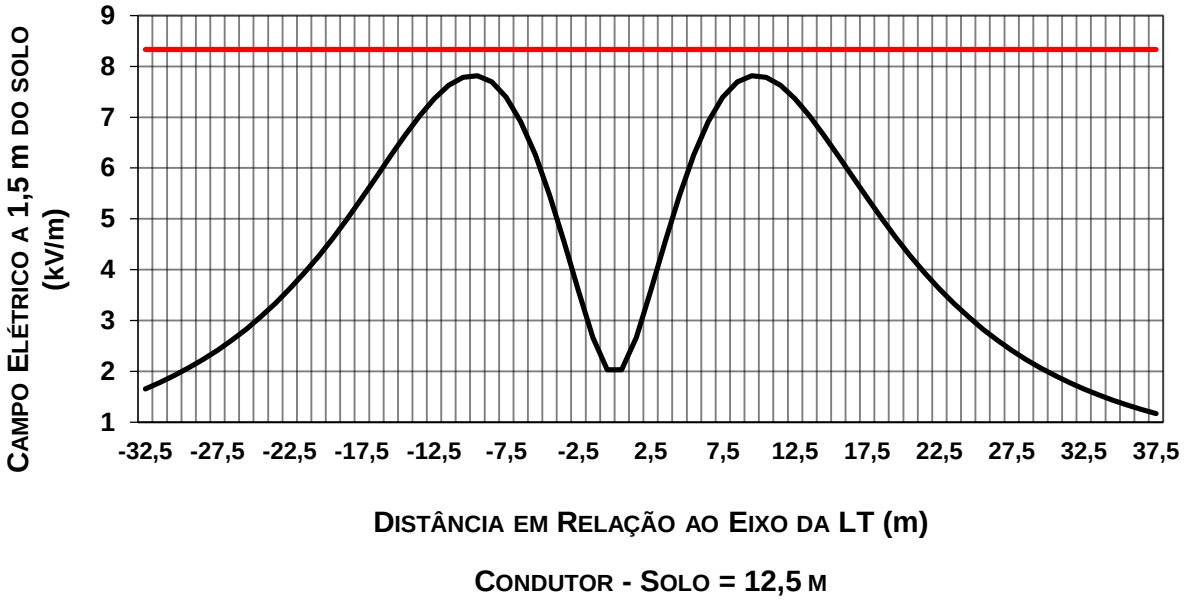
PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

ALTURA AO SOLO = 1.50 m

FAIXA	Eef (kV/m)
-32,5	1,65
-31,5	1,78
-30,5	1,92
-29,5	2,07
-28,5	2,23
-27,5	2,41
-26,5	2,61
-25,5	2,83
-24,5	3,07
-23,5	3,33
-22,5	3,62
-21,5	3,93
-20,5	4,27
-19,5	4,62
-18,5	5,01
-17,5	5,41
-16,5	5,82
-15,5	6,24
-14,5	6,65
-13,5	7,03
-12,5	7,36
-11,5	7,63
-10,5	7,79
-9,5	7,82
-8,5	7,69
-7,5	7,40
-6,5	6,92
-5,5	6,27
-4,5	5,46
-3,5	4,55
-2,5	3,58
-1,5	2,67
-0,5	2,03
0,5	2,03
1,5	2,67
2,5	3,58
3,5	4,55
4,5	5,46
5,5	6,27
6,5	6,92
7,5	7,40
8,5	7,69
9,5	7,82
10,5	7,79
11,5	7,63
12,5	7,36
13,5	7,03
14,5	6,65
15,5	6,24
16,5	5,82
17,5	5,41
18,5	5,01
19,5	4,62
20,5	4,27
21,5	3,93
22,5	3,62

23,5	3,33
24,5	3,07
25,5	2,83
26,5	2,61
27,5	2,41
28,5	2,23
29,5	2,07
30,5	1,92
31,5	1,78
32,5	1,65
33,5	1,54
34,5	1,43
35,5	1,34
36,5	1,25
37,5	1,17

GRAFICO PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2
CAMPO ELETRICO AVALIADO PARA CONDIÇÃO DE LONGA DURAÇÃO CONFORME RESOLUÇÃO NORMATIVA[7][8]



PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2
CURTA DURAÇÃO – 12,10 M

PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

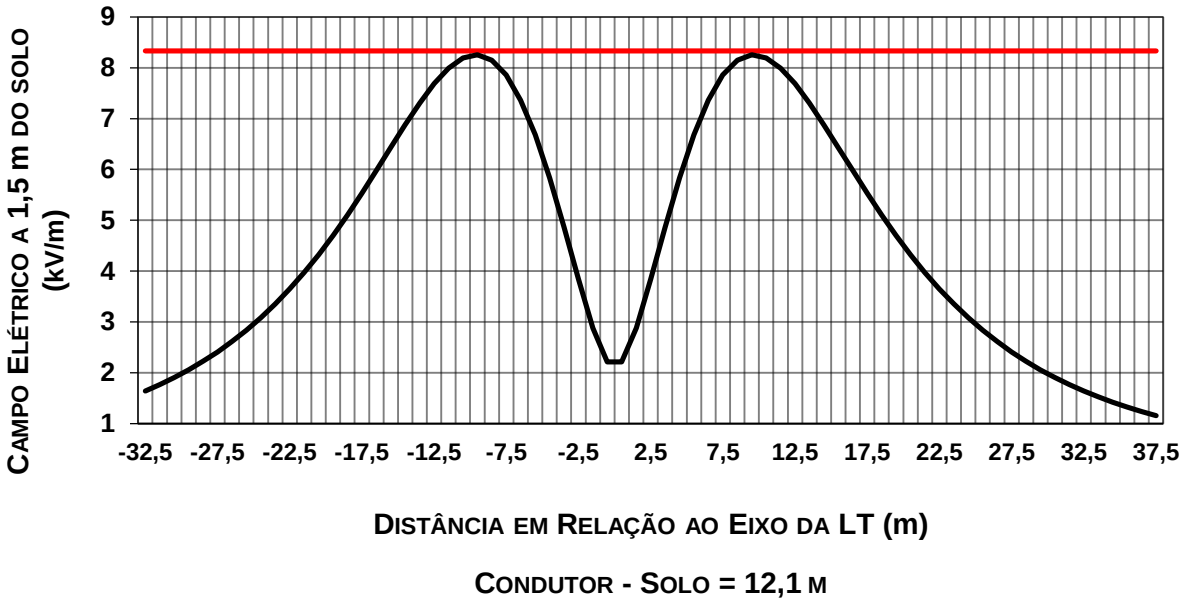
ALTURA AO SOLO = 1.50 m

FAIXA	Eef (kV/m)
-32,5	1,64
-31,5	1,77
-30,5	1,91
-29,5	2,06
-28,5	2,23
-27,5	2,41
-26,5	2,61
-25,5	2,84
-24,5	3,08
-23,5	3,35
-22,5	3,65
-21,5	3,97
-20,5	4,32
-19,5	4,70
-18,5	5,11
-17,5	5,53
-16,5	5,98
-15,5	6,43
-14,5	6,88
-13,5	7,31
-12,5	7,69
-11,5	7,99
-10,5	8,19
-9,5	8,26
-8,5	8,15
-7,5	7,86
-6,5	7,36
-5,5	6,68
-4,5	5,83
-3,5	4,86
-2,5	3,84
-1,5	2,88
-0,5	2,21
0,5	2,21
1,5	2,88
2,5	3,84
3,5	4,86
4,5	5,83
5,5	6,68
6,5	7,36
7,5	7,86
8,5	8,15
9,5	8,26
10,5	8,19
11,5	7,99
12,5	7,69
13,5	7,31
14,5	6,88
15,5	6,43
16,5	5,98
17,5	5,53
18,5	5,11
19,5	4,70
20,5	4,32
21,5	3,97
22,5	3,65

23,5	3,35
24,5	3,08
25,5	2,84
26,5	2,61
27,5	2,41
28,5	2,23
29,5	2,06
30,5	1,91
31,5	1,77
32,5	1,64
33,5	1,53
34,5	1,42
35,5	1,32
36,5	1,24
37,5	1,16

GRAFICO PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2

CAMPO ELETRICO AVALIADO PARA CONDIÇÃO DE CURTA DURAÇÃO CONFORME RESOLUÇÃO NORMATIVA[7][8]



PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 345 KV VIANA 2 - VIANA

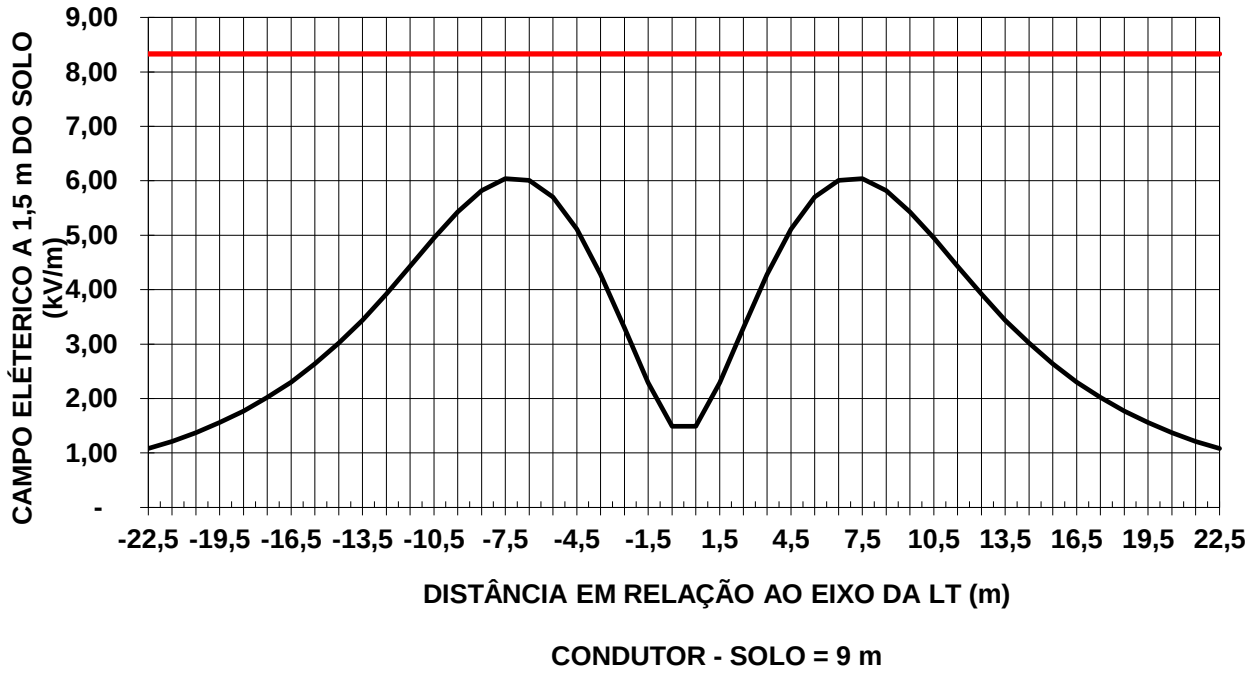
PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

ALTURA AO SOLO = 1.50 m

XP(m)	E(kV/m)	XP(m)	E(kV/m)
-22.5	1.08	0.5	1.49
-21.5	1.21	1.5	2.29
-20.5	1.37	2.5	3.30
-19.5	1.56	3.5	4.28
-18.5	1.77	4.5	5.11
-17.5	2.02	5.5	5.70
-16.5	2.30	6.5	6.01
-15.5	2.64	7.5	6.04
-14.5	3.02	8.5	5.82
-13.5	3.44	9.5	5.43
-12.5	3.92	10.5	4.95
-11.5	4.43	11.5	4.43
-10.5	4.95	12.5	3.92
-9.5	5.43	13.5	3.44
-8.5	5.82	14.5	3.02
-7.5	6.04	15.5	2.64
-6.5	6.01	16.5	2.30
-5.5	5.70	17.5	2.02
-4.5	5.11	18.5	1.77
-3.5	4.28	19.5	1.56
-2.5	3.30	20.5	1.37
-1.5	2.29	21.5	1.21
-0.5	1.49	22.5	1.08

CAMPO MÉDIO EQUIVALENTE = 1.37 kV/m

GRAFICO PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 345 KV VIANA 2 - VIANA
CAMPO ELETRICO AVALIADO PARA CONDIÇÃO DE LONGA DURAÇÃO CONFORME RESOLUÇÃO NORMATIVA[7][8]



PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 345 KV VIANA 2 – VIANA
CURTA DURAÇÃO – 8,00 M

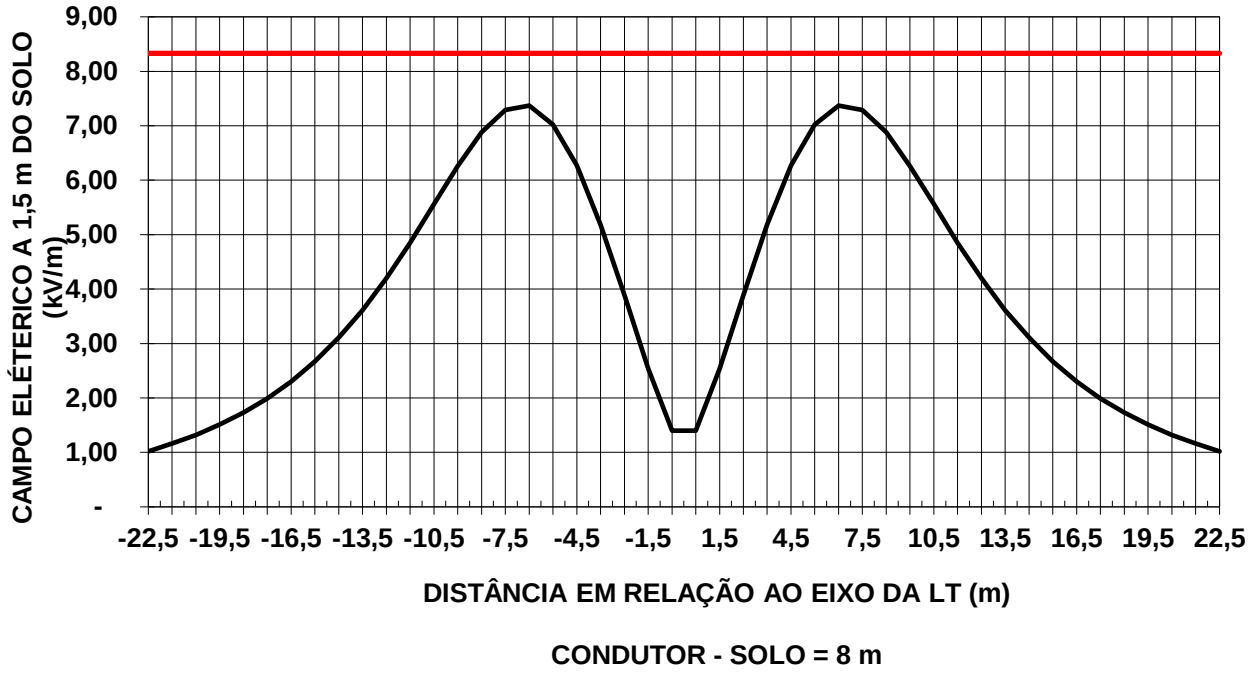
PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

ALTURA AO SOLO = 1.50 m

XP(m)	E(kV/m)	XP(m)	E(kV/m)
-22.5	1.02	0.5	1.40
-21.5	1.16	1.5	2.54
-20.5	1.32	2.5	3.89
-19.5	1.51	3.5	5.18
-18.5	1.73	4.5	6.27
-17.5	1.99	5.5	7.02
-16.5	2.30	6.5	7.37
-15.5	2.67	7.5	7.29
-14.5	3.11	8.5	6.88
-13.5	3.61	9.5	6.26
-12.5	4.20	10.5	5.56
-11.5	4.85	11.5	4.85
-10.5	5.56	12.5	4.20
-9.5	6.26	13.5	3.61
-8.5	6.88	14.5	3.11
-7.5	7.29	15.5	2.67
-6.5	7.37	16.5	2.30
-5.5	7.02	17.5	1.99
-4.5	6.27	18.5	1.73
-3.5	5.18	19.5	1.51
-2.5	3.89	20.5	1.32
-1.5	2.54	21.5	1.16
-0.5	1.40	22.5	1.02

CAMPO MÉDIO EQUIVALENTE = 1.48 kV/m

GRAFICO PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO PARA LT 345 KV VIANA 2 – VIANA
CAMPO ELETRICO AVALIADO PARA CONDIÇÃO DE CURTA DURAÇÃO CONFORME RESOLUÇÃO NORMATIVA[7][8]

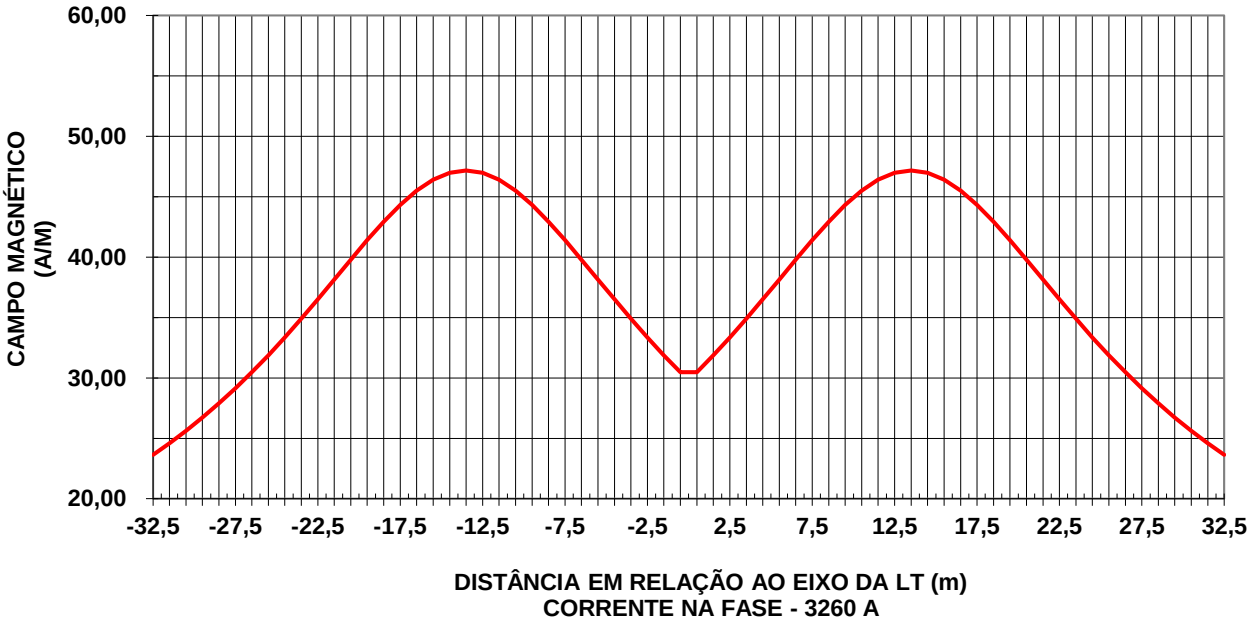


ANEXO 5 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – CAMPO MAGNÉTICO

PERFIL DE CAMPO MAGNÉTICO PARA LT 500 KV JAÍBA – JANAÚBA 6 E JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 C2:LONGA DURAÇÃO – 11,0 M – 3260A

XP(m)	H (A/m)
-32,5	23,63
-31,5	24,60
-30,5	25,62
-29,5	26,72
-28,5	27,89
-27,5	29,14
-26,5	30,47
-25,5	31,87
-24,5	33,35
-23,5	34,90
-22,5	36,51
-21,5	38,15
-20,5	39,79
-19,5	41,41
-18,5	42,94
-17,5	44,33
-16,5	45,51
-15,5	46,41
-14,5	46,97
-13,5	47,17
-12,5	46,97
-11,5	46,41
-10,5	45,51
-9,5	44,33
-8,5	42,94
-7,5	41,41
-6,5	39,79
-5,5	38,15
-4,5	36,51
-3,5	34,90
-2,5	33,35
-1,5	31,87
-0,5	30,47
0,5	30,47
1,5	31,87
2,5	33,35
3,5	34,90
4,5	36,51
5,5	38,15
6,5	39,79
7,5	41,41
8,5	42,94
9,50	44,33
10,50	45,51
11,5	46,41
12,5	46,97
13,5	47,17
14,5	46,97
15,5	46,41
16,5	45,51
17,5	44,33

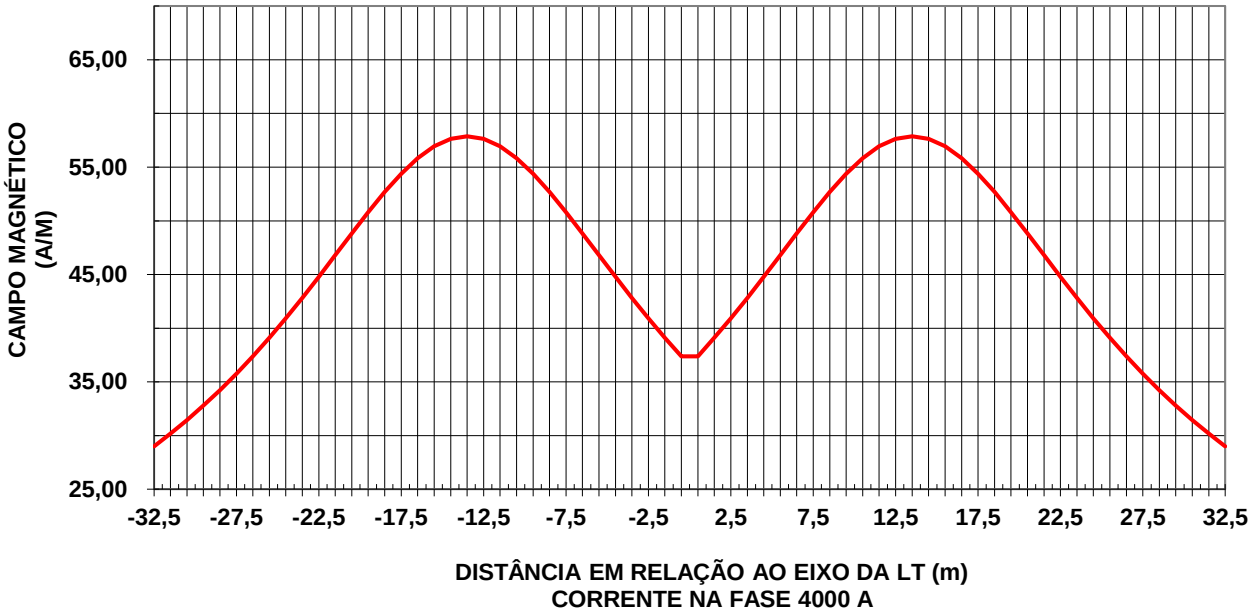
18,5	42,94
19,5	41,41
20,5	39,79
21,5	38,15
22,5	36,51
23,5	34,90
24,5	33,35
25,5	31,87
26,5	30,47
27,5	29,14
28,5	27,89
29,5	26,72
30,5	25,62
31,5	24,60
32,5	23,63



PERFIL DE CAMPO MAGNÉTICO PARA LT 500 KV JAÍBA – JANAÚBA 6 E JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 C2:CURTA DURAÇÃO – 10,50 – 4000A

XP(m)	H (A/m)
-32,5	29,00
-31,5	30,18
-30,5	31,44
-29,5	32,79
-28,5	34,22
-27,5	35,76
-26,5	37,38
-25,5	39,11
-24,5	40,92
-23,5	42,82
-22,5	44,79
-21,5	46,81
-20,5	48,83
-19,5	50,81
-18,5	52,69
-17,5	54,39
-16,5	55,84
-15,5	56,94
-14,5	57,64
-13,5	57,87
-12,5	57,64
-11,5	56,94
-10,5	55,84
-9,5	54,39
-8,5	52,69
-7,5	50,81
-6,5	48,83
-5,5	46,81
-4,5	44,79
-3,5	42,82
-2,5	40,92
-1,5	39,11
-0,5	37,38
0,5	37,38
1,5	39,11
2,5	40,92
3,5	42,82
4,5	44,79
5,5	46,81
6,50	48,83
7,50	50,81
8,5	52,69
9,5	54,39
10,5	55,84
11,5	56,94
12,5	57,64
13,5	57,87
14,5	57,64
15,5	56,94
16,5	55,84
17,5	54,39
18,5	52,69
19,5	50,81

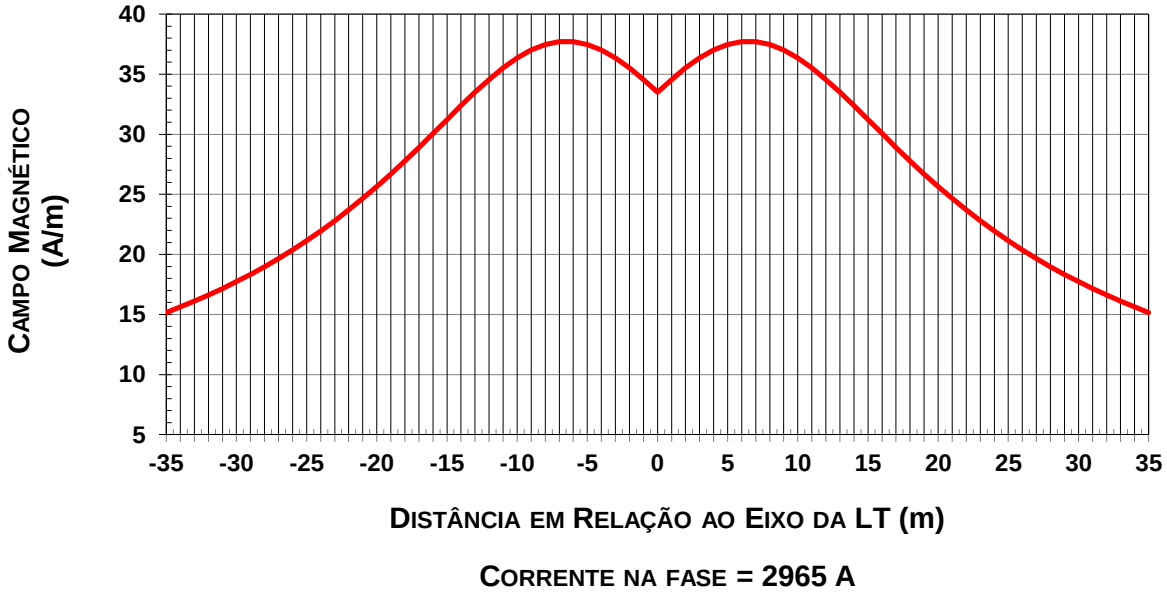
20,5	48,83
21,5	46,81
22,5	44,79
23,5	42,82
24,5	40,92
25,5	39,11
26,5	37,38
27,5	35,76
28,5	34,22
29,5	32,79
30,5	31,44
31,5	30,18
32,5	29,00



PERFIL DE CAMPO MAGNÉTICO PARA LT 500 KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 C2
LONGA DURAÇÃO – 12,5 M – 2965A

FAIXA	Cm (A/m)
-35	15,16
-34	15,62
-33	16,11
-32	16,62
-31	17,16
-30	17,73
-29	18,33
-28	18,97
-27	19,65
-26	20,37
-25	21,14
-24	21,94
-23	22,80
-22	23,70
-21	24,65
-20	25,65
-19	26,69
-18	27,78
-17	28,91
-16	30,06
-15	31,22
-14	32,37
-13	33,49
-12	34,55
-11	35,52
-10	36,35
-9	37,02
-8	37,48
-7	37,72
-6	37,72
-5	37,48
-4	37,02
-3	36,35
-2	35,52
-1	34,55
0	33,49
1	34,55
2	35,52
3	36,35
4	37,02
5	37,48
6	37,72
7	37,72
8	37,48
9	37,02
10	36,35
11	35,52
12	34,55
13	33,49
14	32,37
15	31,22
16	30,06
17	28,91
18	27,78
19	26,69
20	25,65
21	24,65
22	23,70
23	22,80
24	21,94

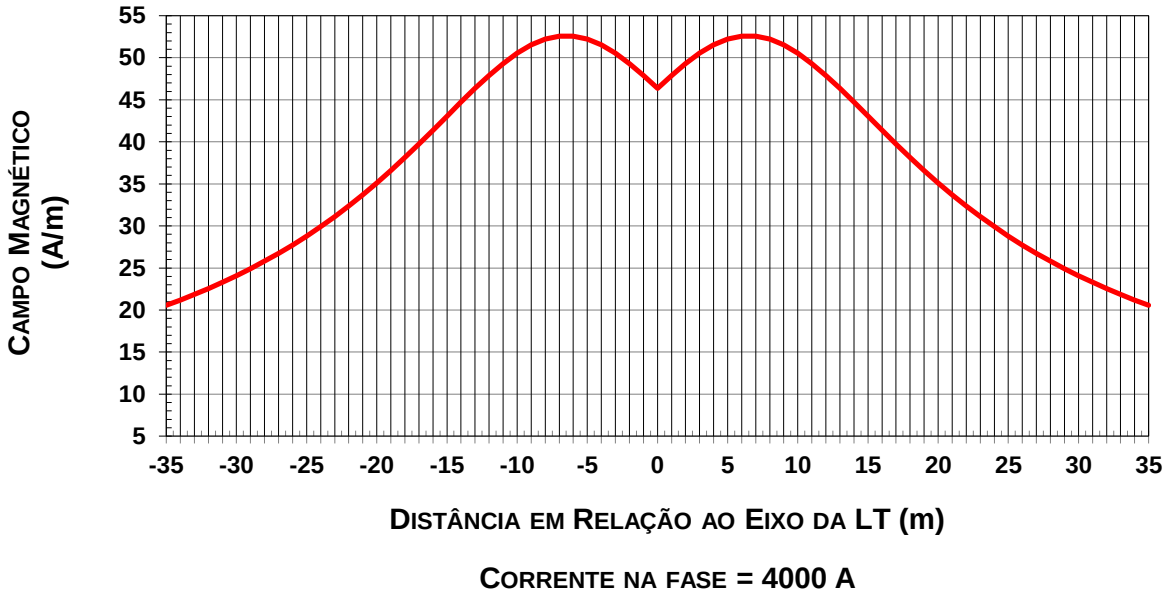
25	21,14
26	20,37
27	19,65
28	18,97
29	18,33
30	17,73
31	17,16
32	16,62
33	16,11
34	15,62
35	15,16



PERFIL DE CAMPO MAGNÉTICO PARA LT 500 KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 C2
CURTA DURAÇÃO – 12,10 – 4000A

FAIXA	Cm (A/m)
-35	20,56
-34	21,19
-33	21,85
-32	22,56
-31	23,30
-30	24,09
-29	24,92
-28	25,80
-27	26,74
-26	27,74
-25	28,80
-24	29,92
-23	31,11
-22	32,38
-21	33,71
-20	35,12
-19	36,59
-18	38,14
-17	39,74
-16	41,38
-15	43,05
-14	44,72
-13	46,35
-12	47,90
-11	49,31
-10	50,54
-9	51,52
-8	52,21
-7	52,57
-6	52,57
-5	52,21
-4	51,52
-3	50,54
-2	49,31
-1	47,90
0	46,35
1	47,90
2	49,31
3	50,54
4	51,52
5	52,21
6	52,57
7	52,57
8	52,21
9	51,52
10	50,54
11	49,31
12	47,90
13	46,35
14	44,72
15	43,05
16	41,38
17	39,74
18	38,14
19	36,59
20	35,12
21	33,71
22	32,38
23	31,11
24	29,92
25	28,80
26	27,74

27	26,74
28	25,80
29	24,92
30	24,09
31	23,30
32	22,56
33	21,85
34	21,19
35	20,56

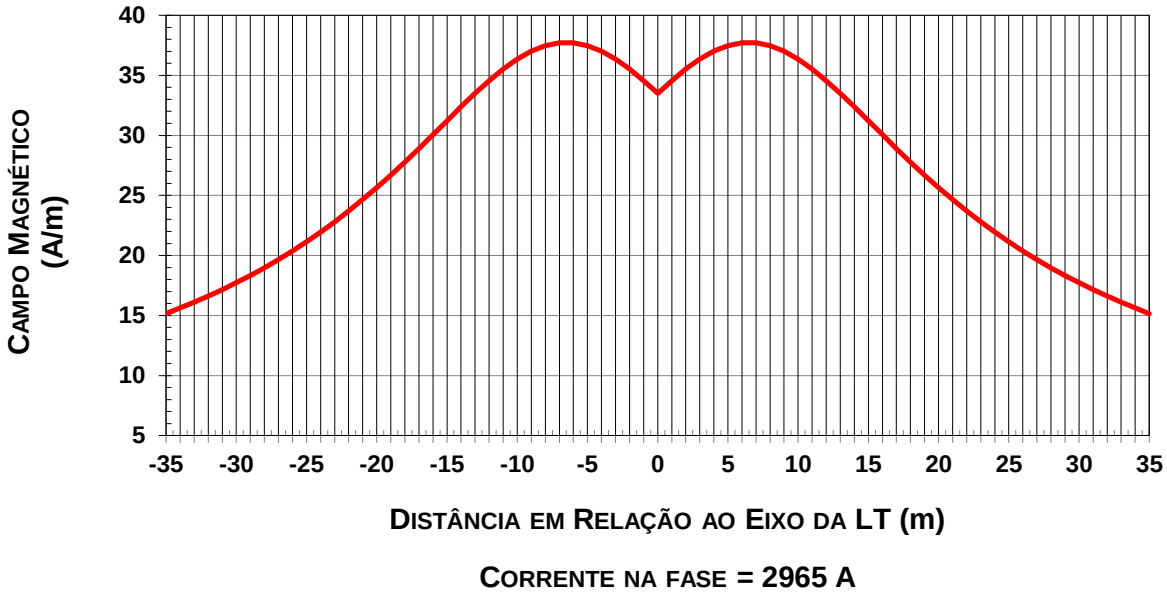


CORRENTE NA FASE = 4000 A

PERFIL DE CAMPO MAGNÉTICO PARA LT 500 KV CAPELINHA 3 – GOV VALADARES 6 C1 C2
LONGA DURAÇÃO – 12,5 M – 2965A

FAIXA	Cm (A/m)
-35	15,16
-34	15,62
-33	16,11
-32	16,62
-31	17,16
-30	17,73
-29	18,33
-28	18,97
-27	19,65
-26	20,37
-25	21,14
-24	21,94
-23	22,80
-22	23,70
-21	24,65
-20	25,65
-19	26,69
-18	27,78
-17	28,91
-16	30,06
-15	31,22
-14	32,37
-13	33,49
-12	34,55
-11	35,52
-10	36,35
-9	37,02
-8	37,48
-7	37,72
-6	37,72
-5	37,48
-4	37,02
-3	36,35
-2	35,52
-1	34,55
0	33,49
1	34,55
2	35,52
3	36,35
4	37,02
5	37,48
6	37,72
7	37,72
8	37,48
9	37,02
10	36,35
11	35,52
12	34,55
13	33,49
14	32,37
15	31,22
16	30,06
17	28,91
18	27,78
19	26,69
20	25,65
21	24,65
22	23,70
23	22,80
24	21,94
25	21,14
26	20,37

27	19,65
28	18,97
29	18,33
30	17,73
31	17,16
32	16,62
33	16,11
34	15,62
35	15,16

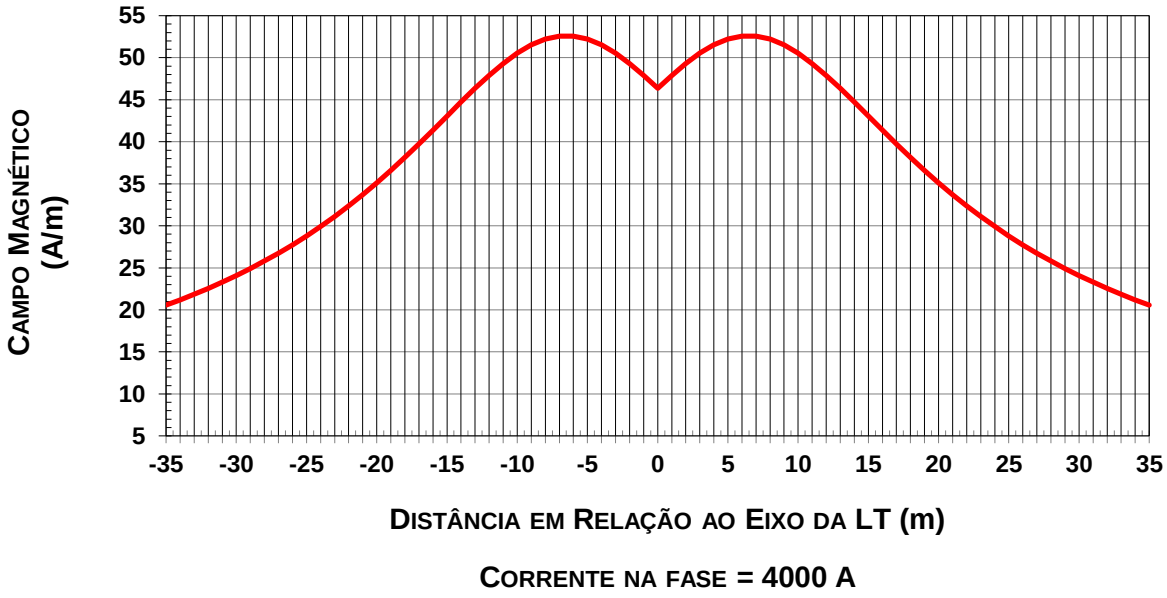


CORRENTE NA FASE = 2965 A

PERFIL DE CAMPO MAGNÉTICO PARA LT 500 KV CAPELINHA 3 – GOV VALADARES 6 C1 C2
CURTA DURAÇÃO – 12,10 – 4000A

FAIXA	Cm (A/m)
-35	20,56
-34	21,19
-33	21,85
-32	22,56
-31	23,30
-30	24,09
-29	24,92
-28	25,80
-27	26,74
-26	27,74
-25	28,80
-24	29,92
-23	31,11
-22	32,38
-21	33,71
-20	35,12
-19	36,59
-18	38,14
-17	39,74
-16	41,38
-15	43,05
-14	44,72
-13	46,35
-12	47,90
-11	49,31
-10	50,54
-9	51,52
-8	52,21
-7	52,57
-6	52,57
-5	52,21
-4	51,52
-3	50,54
-2	49,31
-1	47,90
0	46,35
1	47,90
2	49,31
3	50,54
4	51,52
5	52,21
6	52,57
7	52,57
8	52,21
9	51,52
10	50,54
11	49,31
12	47,90
13	46,35
14	44,72
15	43,05
16	41,38
17	39,74
18	38,14
19	36,59
20	35,12
21	33,71
22	32,38
23	31,11
24	29,92

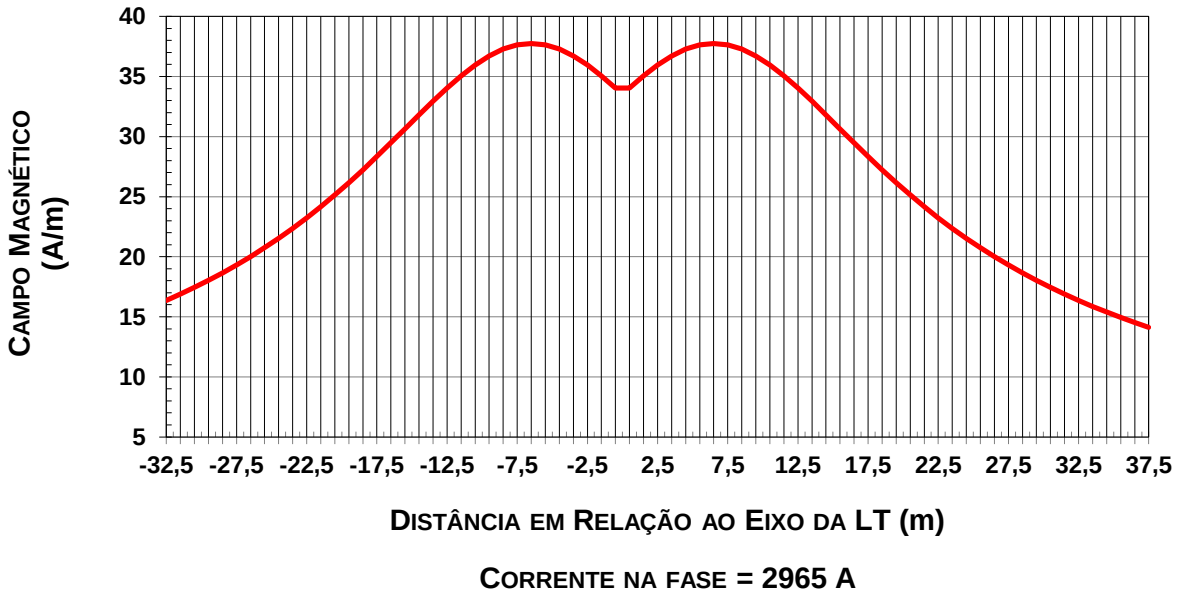
25	28,80
26	27,74
27	26,74
28	25,80
29	24,92
30	24,09
31	23,30
32	22,56
33	21,85
34	21,19
35	20,56



PERFIL DE CAMPO MAGNÉTICO PARA LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2
LONGA DURAÇÃO – 12,5 M – 2965A

FAIXA	Cm (A/m)
-32,5	16,36
-31,5	16,88
-30,5	17,44
-29,5	18,03
-28,5	18,65
-27,5	19,31
-26,5	20,01
-25,5	20,75
-24,5	21,53
-23,5	22,36
-22,5	23,24
-21,5	24,17
-20,5	25,14
-19,5	26,17
-18,5	27,23
-17,5	28,34
-16,5	29,48
-15,5	30,64
-14,5	31,80
-13,5	32,94
-12,5	34,03
-11,5	35,05
-10,5	35,96
-9,5	36,71
-8,5	37,28
-7,5	37,63
-6,5	37,75
-5,5	37,63
-4,5	37,28
-3,5	36,71
-2,5	35,96
-1,5	35,05
-0,5	34,03
0,5	34,03
1,5	35,05
2,5	35,96
3,5	36,71
4,5	37,28
5,5	37,63
6,5	37,75
7,5	37,63
8,5	37,28
9,5	36,71
10,5	35,96
11,5	35,05
12,5	34,03
13,5	32,94
14,5	31,80
15,5	30,64
16,5	29,48
17,5	28,34
18,5	27,23
19,5	26,17
20,5	25,14
21,5	24,17
22,5	23,24
23,5	22,36
24,5	21,53

25,5	20,75
26,5	20,01
27,5	19,31
28,5	18,65
29,5	18,03
30,5	17,44
31,5	16,88
32,5	16,36
33,5	15,86
34,5	15,39
35,5	14,94
36,5	14,52
37,5	14,12

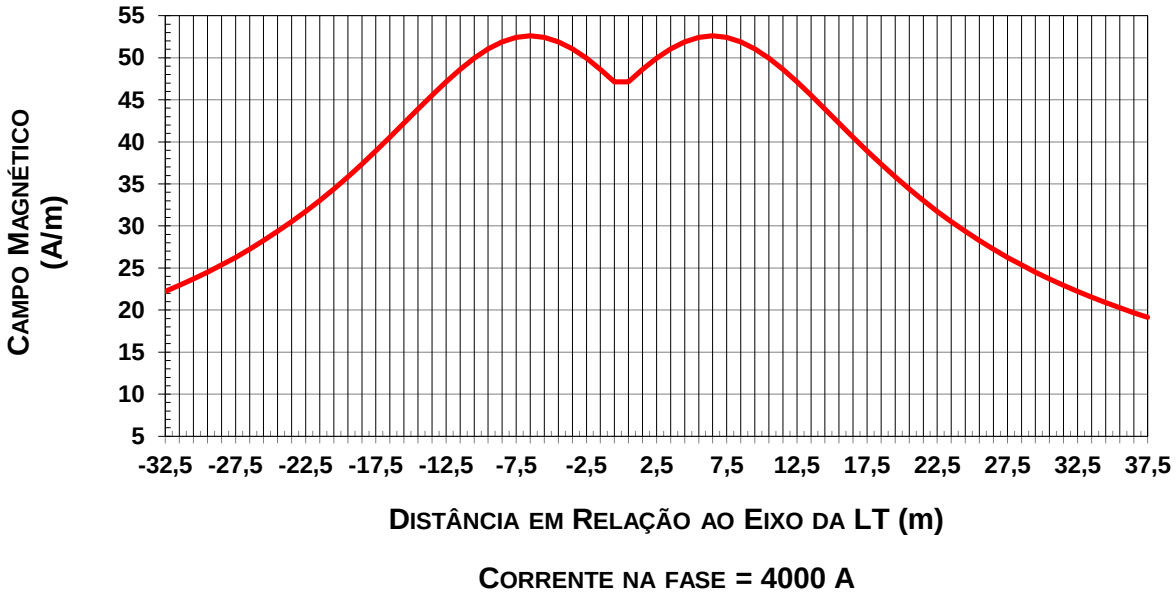


CORRENTE NA FASE = 2965 A

PERFIL DE CAMPO MAGNÉTICO PARA LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2
CURTA DURAÇÃO – 12,10 – 4000A

FAIXA	Cm (A/m)
-32,5	22,20
-31,5	22,92
-30,5	23,69
-29,5	24,50
-28,5	25,36
-27,5	26,27
-26,5	27,23
-25,5	28,26
-24,5	29,35
-23,5	30,51
-22,5	31,74
-21,5	33,03
-20,5	34,40
-19,5	35,85
-18,5	37,36
-17,5	38,93
-16,5	40,56
-15,5	42,22
-14,5	43,89
-13,5	45,54
-12,5	47,14
-11,5	48,63
-10,5	49,95
-9,5	51,07
-8,5	51,91
-7,5	52,43
-6,5	52,61
-5,5	52,43
-4,5	51,91
-3,5	51,07
-2,5	49,95
-1,5	48,63
-0,5	47,14
0,5	47,14
1,5	48,63
2,5	49,95
3,5	51,07
4,5	51,91
5,5	52,43
6,5	52,61
7,5	52,43
8,5	51,91
9,5	51,07
10,5	49,95
11,5	48,63
12,5	47,14
13,5	45,54
14,5	43,89
15,5	42,22
16,5	40,56
17,5	38,93
18,5	37,36
19,5	35,85
20,5	34,40
21,5	33,03
22,5	31,74
23,5	30,51

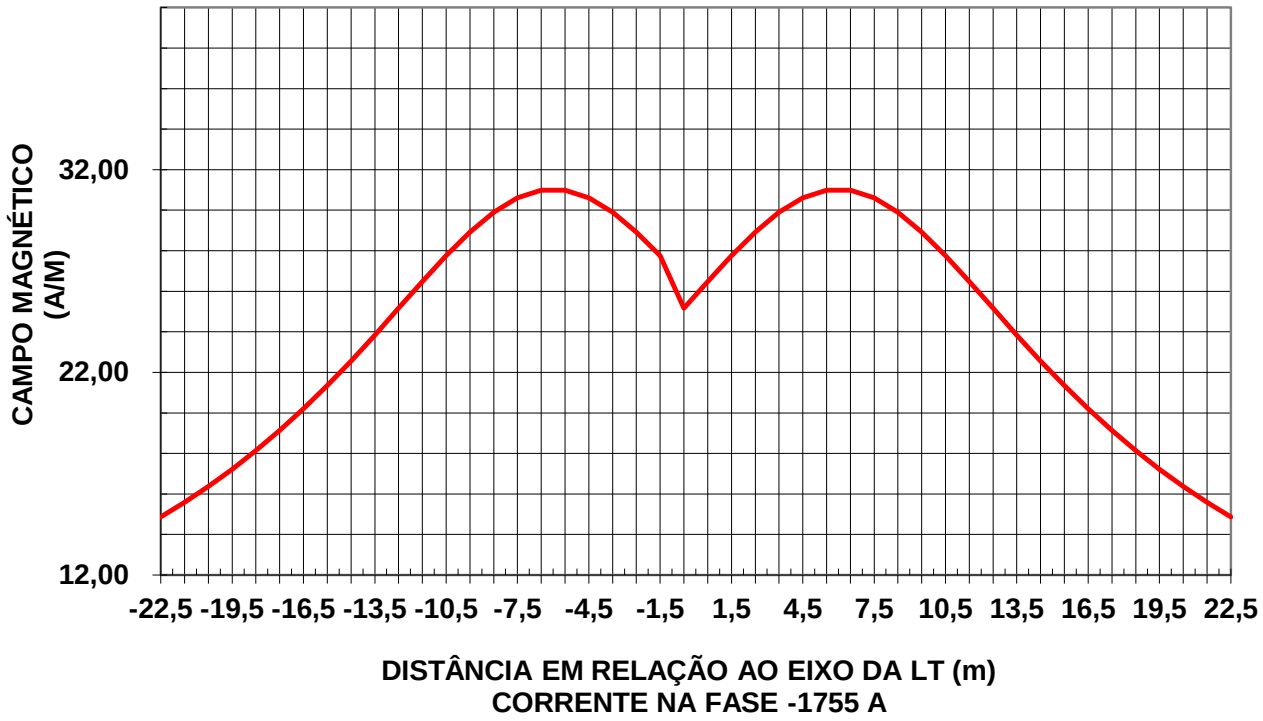
24,5	29,35
25,5	28,26
26,5	27,23
27,5	26,27
28,5	25,36
29,5	24,50
30,5	23,69
31,5	22,92
32,5	22,20
33,5	21,52
34,5	20,87
35,5	20,26
36,5	19,68
37,5	19,13



PERFIL DE CAMPO MAGNÉTICO PARA LT 345 KV VIANA 2 – VIANA
LONGA DURAÇÃO – 9,0 M – 1755A

XP(m)	H (A/m)
-22,5	14,86
-21,5	15,58
-20,5	16,37
-19,5	17,22
-18,5	18,13
-17,5	19,13
-16,5	20,20
-15,5	21,34
-14,5	22,56
-13,5	23,84
-12,5	25,16
-11,5	26,48
-10,5	27,76
-9,5	28,92
-8,5	29,90
-7,5	30,61
-6,5	30,99
-5,5	30,99
-4,5	30,61
-3,5	29,90
-2,5	28,92
-1,5	27,76
-0,5	25,16
0,5	26,48
1,5	27,76
2,5	28,92
3,5	29,90
4,5	30,61
5,5	30,99
6,5	30,99
7,5	30,61
8,5	29,90
9,5	28,92
10,5	27,76
11,5	26,48
12,5	25,16
13,5	23,84
14,5	22,56
15,5	21,34
16,5	20,20
17,5	19,13
18,5	18,13
19,5	17,22
20,5	16,37

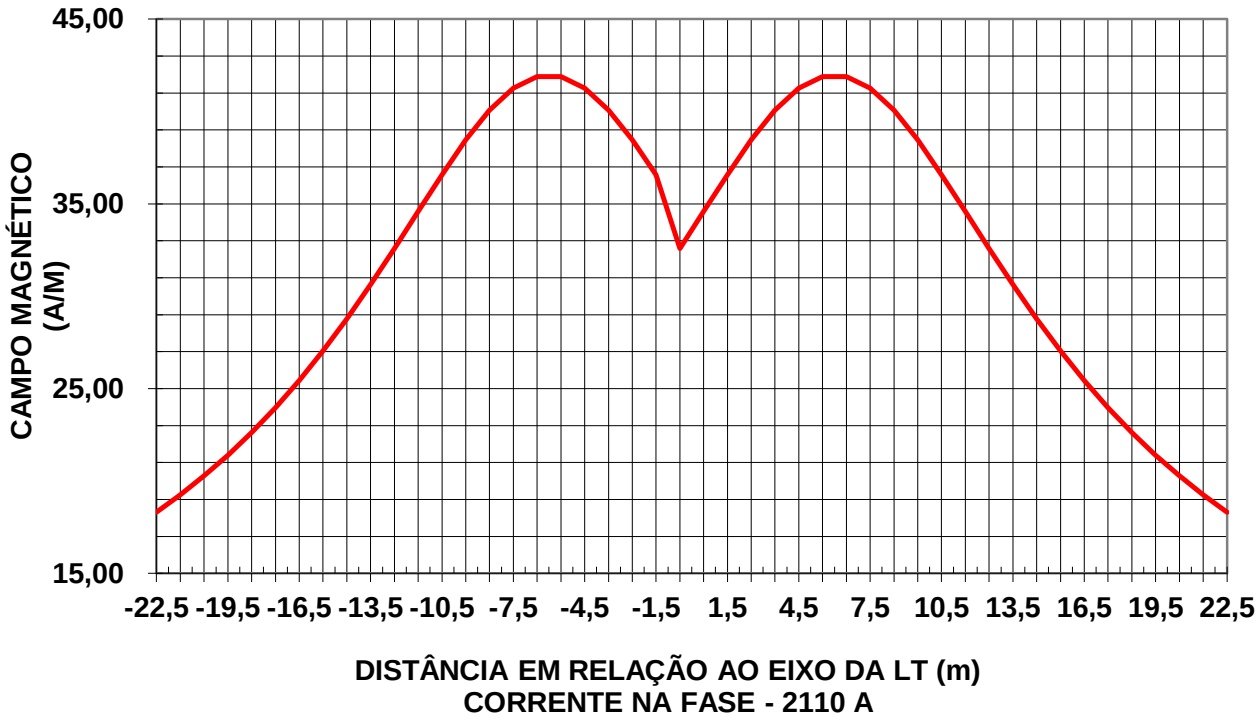
21,5	15,58
22,5	14,86



PERFIL DE CAMPO MAGNÉTICO PARA LT 345 KV VIANA 2 – VIANA

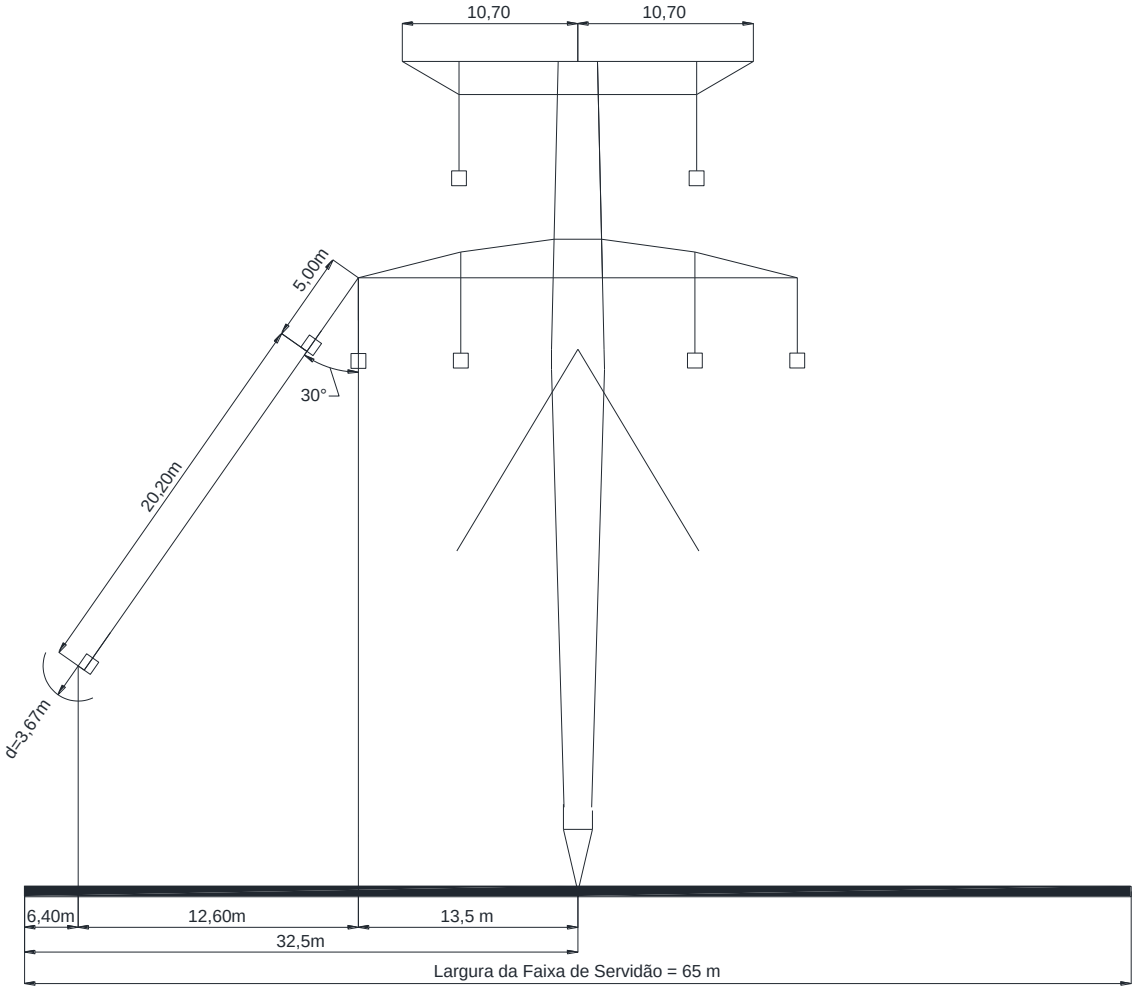
CURTA DURAÇÃO – 8,0 – 2110A

XP(m)	H (A/m)
-22,5	18,31
-21,5	19,25
-20,5	20,28
-19,5	21,40
-18,5	22,63
-17,5	23,97
-16,5	25,44
-15,5	27,04
-14,5	28,77
-13,5	30,62
-12,5	32,58
-11,5	34,59
-10,5	36,59
-9,5	38,46
-8,5	40,07
-7,5	41,26
-6,5	41,90
-5,5	41,90
-4,5	41,26
-3,5	40,07
-2,5	38,46
-1,5	36,59
-0,5	32,58
0,5	34,59
1,5	36,59
2,5	38,46
3,5	40,07
4,5	41,26
5,5	41,90
6,5	41,90
7,5	41,26
8,5	40,07
9,5	38,46
10,5	36,59
11,5	34,59
12,5	32,58
13,5	30,62
14,5	28,77
15,5	27,04
16,5	25,44
17,5	23,97
18,5	22,63
19,5	21,40
20,5	20,28
21,5	19,25
22,5	18,31


45,00
35,00
25,00
15,00
CAMPO MAGNÉTICO (A/M)
-22,5 -19,5 -16,5 -13,5 -10,5 -7,5 -4,5 -1,5 1,5 4,5 7,5 10,5 13,5 16,5 19,5 22,5
DISTÂNCIA EM RELAÇÃO AO EIXO DA LT (m)
CORRENTE NA FASE - 2110 A

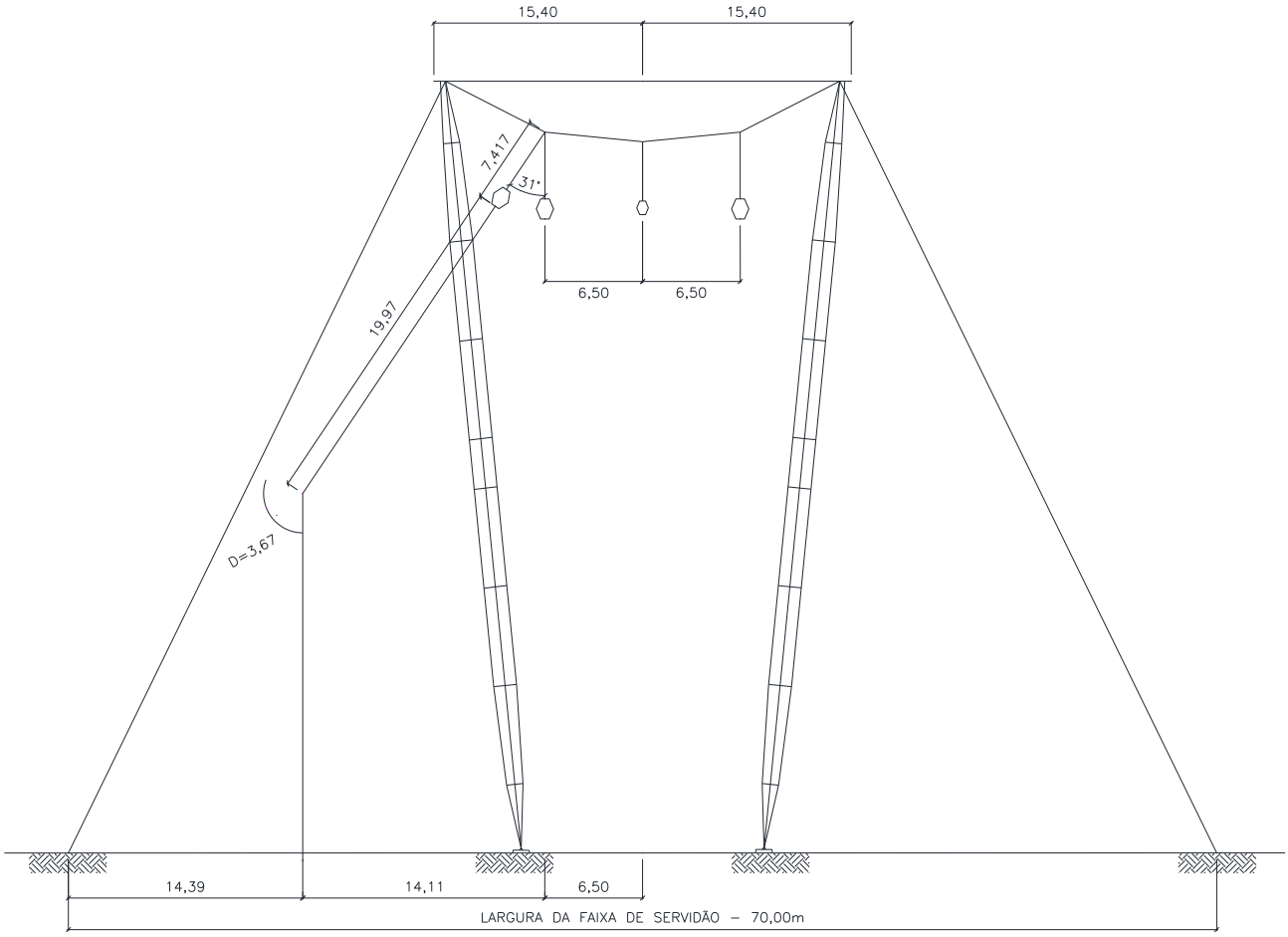
ANEXO 6 – DESENHO ESQUEMÁTICO DA LARGURA DA FAIXA

DESENHO ESQUEMATICO DA LARGURA DA FAIXA PARA LT 500 KV JAÍBA – JANAÚBA 6 E LT 500KV JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 C2



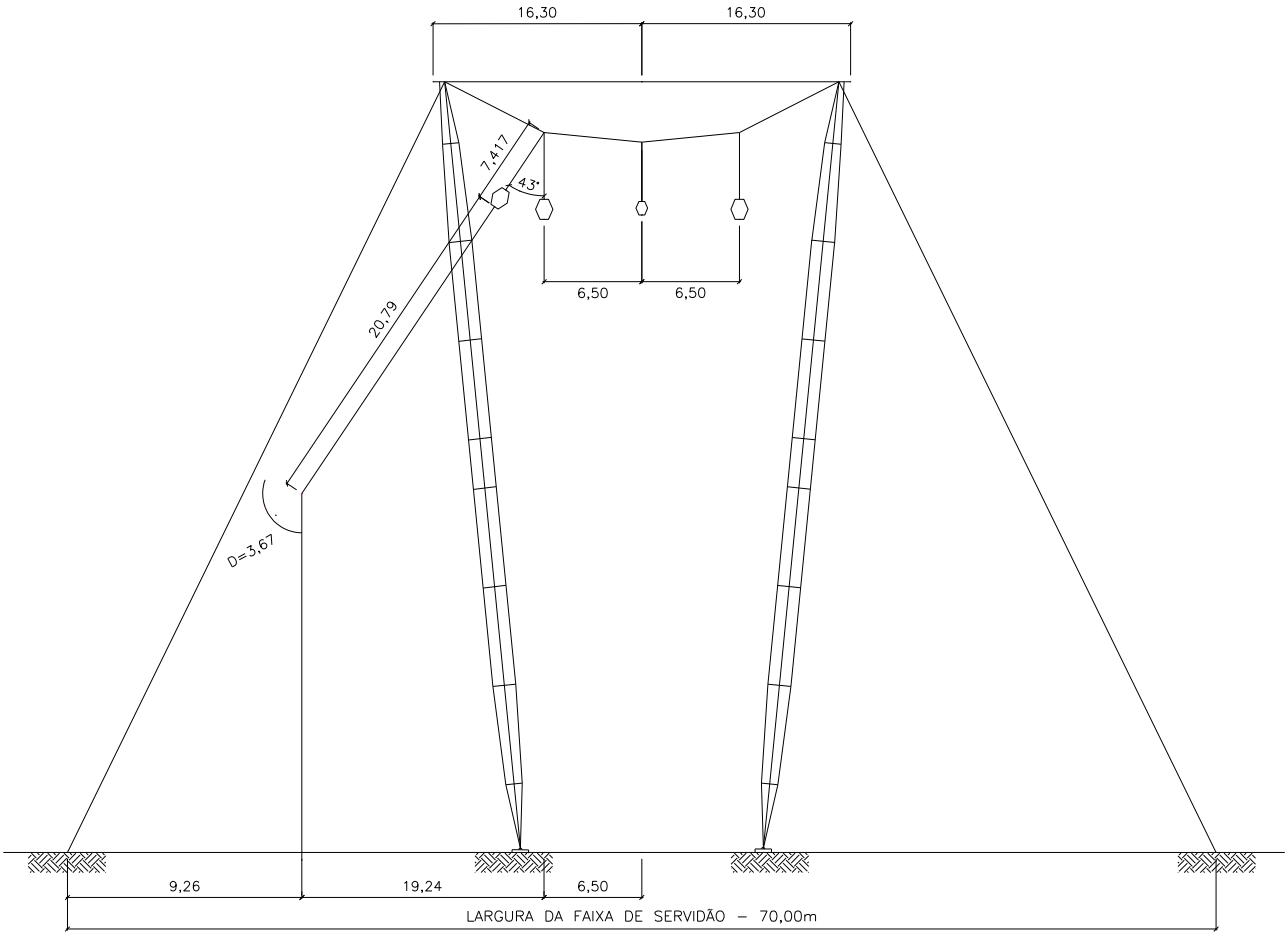
Dimensões em m.

DESENHO ESQUEMATICO DA LARGURA DA FAIXA PARA LT 500 KV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 C1



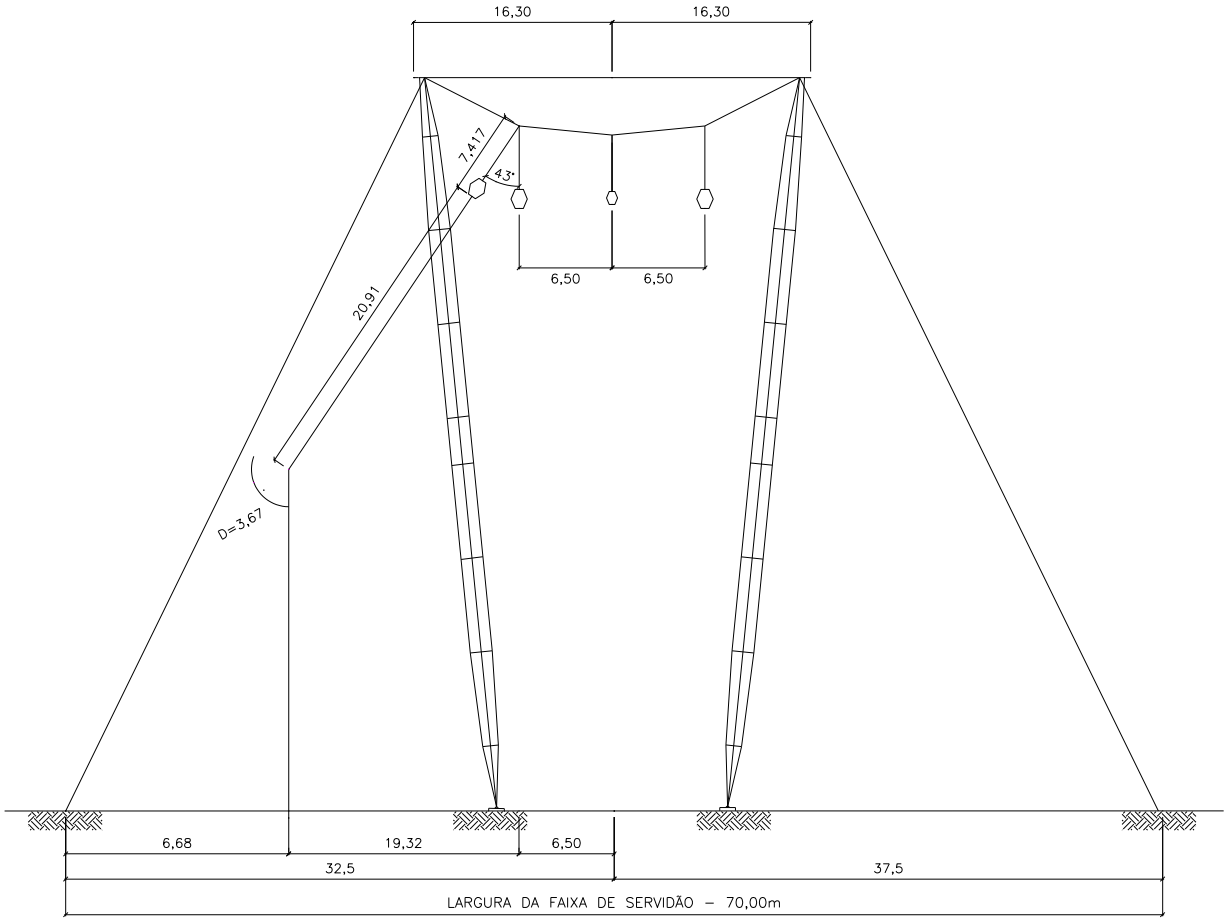
Dimensões em m.

DESENHO ESQUEMATICO DA LARGURA DA FAIXA PARA LT 500 KV CAPELINHA 3 – GOV VALADARES 6 C1 C2



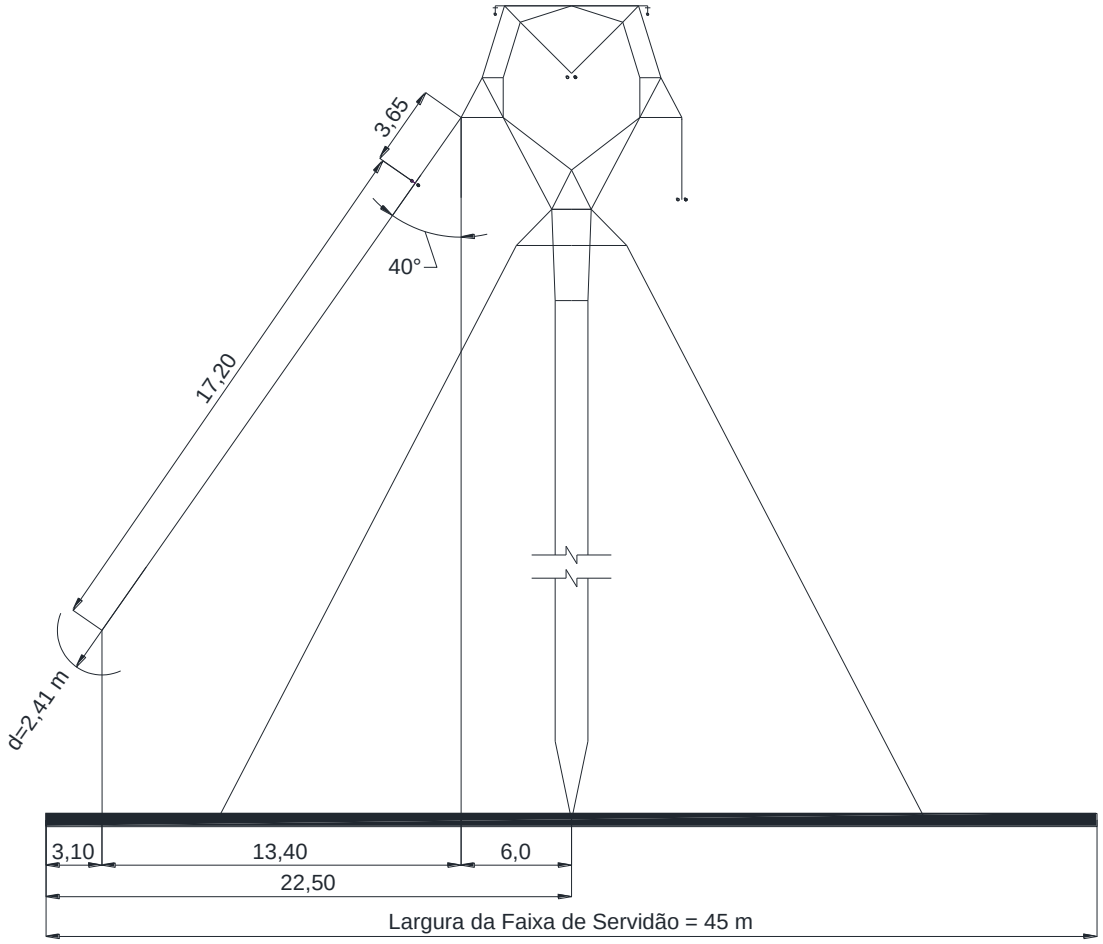
Dimensões em m.

DESENHO ESQUEMATICO DA LARGURA DA FAIXA PARA LT 500 KV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1



Dimensões em m.

DESENHO ESQUEMATICO DA LARGURA DA FAIXA PARA LT 345 KV VIANA 2 – VIANA C3



Dimensões em m.

02	Revisado conforme comentários	28/10/2022	AQ/SHF/APC	AQ	JCS
01	EMISSÃO INICIAL	01/09/2022	AQ/SHF/APC	AQ	JCS
Rev.	**Descrição das Revisões**	**Data**	**Elaborado**	**Verificado**	**Aprovado**

ENGEPRO

cobra BRASIL

isa CTEEP

LOTE "03" DO LEILÃO 001/2022

LT CD 500 kV JAÍBA – JANAÚBA 6 C1 e C2
LT CD 500 kV JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV CAPELINHA 3 – GOV. VALADARES 6 C1 e C2
LT CS 500 kV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1
LT CS 345 kV VIANA 2 – VIANA C3

PROJETO BÁSICO

ELAB.	**VERIF.**	**APROV.**	**DISTANCIAS DE SEGURANÇA**		
AQ/SHF/APC	AQ	JCS			
RESP. TÉC.	**CREA**	**DATA**	Nº DOC BR-LOT3-71450-L-00-D0009_01	**FOLHA**	**REV.**
Joel da Costa Souza	200158892-5	01/09/2022		1//7	02

ÍNDICE

1. OBJETIVO 3
2. DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA – OPERAÇÃO DE LONGA DURAÇÃO 3
   2.1. Critério de Cálculo 3
   2.2. Distâncias de Segurança 3
   2.3. A seguir observações relativas às Distâncias de Segurança: 4
   2.4. Considerações Adicionais 5
   2.5. Critério Básico para Locação das Estruturas 5
3. DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA – OPERAÇÃO DE CURTA DURAÇÃO 6
   3.1. Parâmetros Básicos 6
   3.2. Critério de Cálculo 6
   3.3. Distâncias de Segurança para as LT's: 6
4. TRAVESSIAS 6
5. REFERÊNCIAS 7

1. OBJETIVO

1.1 Definir as distâncias de segurança para a linha de transmissão pertencentes ao Lote 3 do Leilão 001/2022 listada abaixo, devendo estas distâncias serem mantidas entre os condutores e o solo, obstáculos atravessados e obstáculos dos quais cada LT se aproxima.

- LT CD 500 kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2
- LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Capelinha 3 – Govenador Valadares 6, C1 e C2
- LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1
- LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3

2. DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA – OPERAÇÃO DE LONGA DURAÇÃO

2.1. Critério de Cálculo

As distâncias de segurança para a LT operando em regime de longa duração na tensão máxima de operação 550/362kV foram calculadas conforme metodologia indicada no capítulo 10 da NBR 5422 (1)

2.2. Distâncias de Segurança

Item	Natureza da região ou obstáculo atravessado pela linha de transmissão ou que dela se aproxima	Distância (m)			
		500 kV(1)	500kV(2)	345kV	Obs.
1.	Locais acessíveis apenas a pedestres	12,5	11	9	**8**
2.	Locais onde circulam máquinas agrícolas	**12,5**	**11**	**9**	1,8
3.	Rodovias, ruas e avenidas	12,5	11	9	7,8
4.	Ferrovias não eletrificadas	12,5	11	9	8
5.	Ferrovias eletrificadas ou com previsão de eletrificação	14,7	14,7	13,6	
6.	Suporte de linha pertencente à ferrovia	6,7	6,7	5,7	
7.	Águas navegáveis	H + 4,7	H + 4,7	H + 3,7	2
8.	Águas não navegáveis	12,5	11	9	
9.	Linhas de transmissão ou distribuição de energia elétrica	3,9	3,9	2,8	3
10.	Linhas de telecomunicações	4,5	4,5	3,4	
11.	Telhados e terraços	6,7	6,7	5,6	4
12.	Paredes	5,7	5,7	4,6	5
13.	Instalações transportadoras	5,7	5,7	4,6	
14.	Veículos rodoviários e ferroviários	5,7	5,7	4,6	
15.	Vegetação de preservação permanente	6,7	6,7	5,6	6

(1) LT CS 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2, LT CS 500 kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2, LT CS 500 Kv João Neiva 2 – Viana 2, C1.

(2) LT CD 500 kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2, LT CD 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2.

2.3. A seguir observações relativas às Distâncias de Segurança:

N°	(ver tabela constante do item 2.2 anterior)

1 Para locação das estruturas nos desenhos de planta e perfil, os locais atravessados devem ser sempre considerados como acessíveis a máquinas agrícolas, a não ser que existam indicações inequívocas de que esse tipo de acesso não é nem será possível.

2 O valor “H” corresponde à altura, em metros, do maior mastro e deve ser fixado pela autoridade responsável pela navegação na via considerada, para o nível máximo de cheia ocorrido nos últimos dez anos.

3 A distância de segurança indicada no item 9 da tabela é para travessias sobre os cabos para-raios de outras linhas ou sobre os condutores de linhas com tensão máxima de operação (Du) igual ou inferior a 87kV.

Para travessias sobre condutores de outra LT com tensão máxima de operação (Du) superior a 87 kV, ao valor indicado no item 9 da tabela deve ser acrescentada a seguinte parcela (referência: item 10.3.1.5 da NBR 5422):

$$0{,}01\left(\frac{D_u}{\sqrt{3}} - 50\right)$$, resultando:

LT 345 kV		
Cruzamentos	Distância Calculada (m)	Distância Adotada (m)
138 kV	3,14	3,20
230 kV	3,70	3,80
345 kV	4,39	4,50
440 kV	4,96	5,00
500 kV	5,48	5,50
LT 500 kV		
Cruzamentos	Distância Calculada (m)	Distância Adotada (m)
138 kV	4,24	4,50
230 kV	4,80	4,80
345 kV	5,49	5,50
440 kV	6,06	6,10
500 kV	6,58	6,60

A verificação das distâncias de segurança deve ser feita com os cabos condutores e para-raios nas temperaturas que conduzam aos menores espaçamentos, a partir da mesma temperatura ambiente.

4 A distância de segurança indicada no item 11 da tabela é para telhados e terraços não acessíveis a pedestres. Para outras condições de uso, referir-se ao item 10.3.1.6 da NBR 5422.

5 A distância de segurança indicada no item 12 da tabela poderá ser reduzida, ressalvadas as disposições legais aplicáveis a cada caso, se houver acordo entre as partes para manter a parede cega, ou seja, sem portas ou janelas. Nesse caso, a distância de segurança será a indicada no item 13 da tabela.

N°	(ver tabela constante do item 2.2 anterior)
6	A distância de segurança indicada no item 15 da tabela deve ser verificada em relação ao topo da vegetação.
7	A distância de segurança indicada no item 3 da tabela atende o critério definido no item 10.3.3 da NBR 5422 (1) (4).
8	O valor da distância de segurança indicada nos itens 1,2,3 e 4 foi definido em função da diferença de flecha para as temperaturas correspondentes a curta e longa duração, devido ao atendimento ao campo elétrico para curta duração (item 3) que estabelece o limite de 8,33 kv/m dentro da faixa conforme relatório de largura da faixa [4] com base nas resoluções normativas da ANEEL [6]

2.4. Considerações Adicionais

2.4.1 As distâncias de segurança, quando definidas para os cabos em repouso, devem ser verificadas considerando o condutor na temperatura indicada no item 2.5.1, na condição final (creep de 10 anos).

2.4.2 As distâncias de segurança afetadas pelo deslocamento dos condutores e cadeias devem ser verificadas para ângulo de balanço calculado conforme NBR 5422, item 10.1.4.3, considerando velocidade do vento com período de retorno de 50 anos, 30 segundos de período de integração de temperatura coincidente (1) (3).

2.5. Critério Básico para Locação das Estruturas

2.5.1 Em função do exposto nos itens anteriores, a locação das estruturas nos desenhos de planta e perfil deve ser executada adotando-se o seguinte critério para a LT :

OPERAÇÃO DE LONGA DURAÇÃO

- LT 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, LT 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6 C1 e C2 e LT 500kV João Neiva 2 - Viana 2 C1, CS

  - ✓ Tensão máxima de operação da LT — 500 KV
  - ✓ Temperatura máxima do condutor — 55°C

- LT 500kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2

  - ✓ Tensão máxima de operação da LT — 500 kV
  - ✓ Temperatura máxima do condutor — 70°C

- LT 345kV Viana 2 – Viana C3, CS

  - ✓ Tensão máxima de operação da LT — 345)
  - ✓ Temperatura máxima do condutor — 70°C

2.5.2 A locação assim executada deverá ser verificada para operação de curta duração (condição de emergência), devendo atender o estabelecido no item 3 a seguir.

3. DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA – OPERAÇÃO DE CURTA DURAÇÃO

3.1. Parâmetros Básicos

- LT 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, LT 500kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6 C1 e C2 e LT 500kV João Neiva 2 - Viana 2 C1, CS

✓ Tensão máxima de operação da LT 550kV
✓ Temperatura máxima do condutor (2) 63°C

- LT 500kV Jaíba – Janaúba 6 e LT 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3 C1 e C2

✓ Tensão máxima de operação da LT 550kV
✓ Temperatura máxima do condutor (2) 80°C

- LT 345kV Viana 2 – Viana C3,CS

✓ Tensão máxima de operação da LT 362kV
✓ Temperatura máxima do condutor (2) 80°C

3.2. Critério de Cálculo

As distâncias de segurança para operação de curta duração (condição de emergência) foram calculadas conforme distância mínima definida em função do campo elétrico de acordo com resolução normativa da ANEEL nº 915 de 23 de Fevereiro de 2021.

3.3. Distâncias de Segurança para as LT:

Natureza da região ou obstáculo atravessado pela LT ou que dela se aproxima	Distância (m)		
	500 kV(1)	500 kV(2)	345kV
1. Locais acessíveis apenas a pedestres	12,20	10,5	8,0
2. Locais onde circulam máquinas agrícolas	**12,20**	**10,5**	**8,0**
3. Rodovias, ruas e avenidas	12,20	10,5	8,0
4. Ferrovias não eletrificadas	12,20	10,5	8,0

(1) LT CS 500 kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2, LT CS 500 kV Capelinha 3 – Gov. Valadares 6, C1 e C2, LT CS 500 Kv João Neiva 2 – Viana 2, C1.

(2) LT CD 500 kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2, LT CD 500 kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2.

4. TRAVESSIAS

4.1. A diretriz definitiva de cada LT será selecionada levando em conta a proximidade de aeródromos e as travessias sobre obstáculos de importância tais como linhas de transmissão, rodovias, ferrovias, grandes cursos d'água, etc.

4.2. No caso de travessias sobre linhas elétricas ou de telecomunicações, vias de transporte, edificações e vegetação considerada de preservação permanente, o projeto executivo incluirá a verificação do atendimento aos requisitos do capítulo 11 da NBR 5422.

4.3. Serão também verificadas as exigências específicas do proprietário ou concessionário

do obstáculo atravessado, sempre que respaldadas pela legislação vigente.

4.4. A locação de torres nas proximidades de aeródromos será precedida do levantamento de dados topográficos detalhados das pistas de pouso e de sua posição relativa em relação à diretriz da LT.

4.5. De posse desses dados a projetista verificará o atendimento às exigências da Portaria do comando da Aeronáutica 256/GC5 de 13 de maio de 2011, a qual estabelece os procedimentos a serem seguidos na implantação de estruturas situadas nas proximidades de aeródromos.

4.6. Os desenhos e memórias de cálculo resultantes das verificações acima, tanto para travessias sobre obstáculos importantes como para aproximações de aeródromos, serão submetidos ao órgão responsável pela aprovação final da travessia, antes do início da construção do trecho da LT em questão.

5. REFERÊNCIAS

1 NBR 5422 – Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica.

2 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0004_CONDUTOR E PARA-RAIOS, para preparado para a LT 500 kV do Lote 2 do Leilão 001/2020.

3 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0003_VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO, para preparado para o Lote 3 do Leilão 001/2022.

4 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0008_LARGURA DA FAIXA, para preparado para o Lote 3 do Leilão 001/2022.

5 ANSI C2–2012 – National Electrical Safety Code.

6 A Resolução Normativa ANEEL nº 915 de 23/03/2010

03	REVISADO CONFORME COMENTÁRIO	16/12/2022	SHF/APC	AQ	JCS
02	REVISADO CONFORME COMENTÁRIO	28/10/2022	SHF/APC	AQ	JCS
01	EMISSÃO INICIAL	21/09/2022	SHF/APC	AQ	JCS
Rev.	**Descrição das Revisões**	**Data**	**Elaborado**	**Verificado**	**Aprovado**

ENGEPRO

cobra BRASIL

isa CTEEP

LOTE "03" DO LEILÃO 001/2022

LT CD 500 kV JAÍBA – JANAÚBA 6 C1 e C2
LT CD 500 kV JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV CAPELINHA 3 – GOV. VALADARES 6 C1 e C2
LT CS 500 kV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1
LT CS 345 kV VIANA 2 – VIANA C3

PROJETO BÁSICO

ELAB.	**VERIF.**	**APROV.**	**SISTEMA DE ATERRAMENTO**		
SHF / APC	AQ	JCS			
RESP. TÉC.	**CREA**	**DATA**	Nº DOC BR-LOT3-71450-L-00-D0011	**FOLHA**	**REV.**
Joel da Costa Souza	200158892-5	21/09/2022		1/15	03

ÍNDICE

1. OBJETIVO 3
2. RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO DO PROJETO 3
3. CAMPANHA DE MEDIÇÃO DE RESISTIVIDADE DO SOLO 3
4. CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ATERRAMENTO 3
5. DETALHAMENTO DO SISTEMA DE ATERRAMENTO 5
6. MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO 6
7. REFERÊNCIAS 7

1. OBJETIVO

1.1 Definir o Sistema de Aterramento a ser utilizado na estrutura das linha de transmissão pertencente ao Lote 3 do Leilão 001/2022 da ANEEL listada abaixo:

- LT CD 500 kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2
- LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Capelinha 3 – Govenador Valadares 6, C1 e C2
- LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1
- LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3

2. RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO DO PROJETO

2.1 Conforme mostrado na referência (1), para que seja alcançado o desempenho a descargas atmosféricas especificado no Edital a resistência de aterramento das estruturas está sendo limitada a 20 Ω.

2.2 Serão aceitas estruturas esparsas com resistências de aterramento superiores ao valor acima desde que no trecho situado em torno das estruturas em questão a média das resistências de aterramento atenda o limite especificado.

3. CAMPANHA DE MEDIÇÃO DE RESISTIVIDADE DO SOLO

3.1 Para que possam ser selecionados os tipos de fundações a serem instalados em cada estrutura, está prevista a realização de uma campanha de investigação dos solos (2) a ser empreendida tão logo tenha sido concluído o projeto de plotação inicial.

3.2 Simultaneamente com a investigação geotécnica acima mencionada deve ser realizada uma campanha de medição de resistividade dos solos da região atravessada pela linha de transmissão.

3.3 A resistividade do solo deve ser medida tão próximo quanto possível do marco central das estruturas usando preferencialmente instrumentos com cinco terminais, sendo dois de potencial, dois de corrente e um de guarda.

3.4 Deve ser medida a resistividade nos seguintes pontos:

a) locais extremamente secos;

b) locais com indícios de rocha a baixa profundidade;

c) em todas as estruturas.

3.5 Além dos valores medidos os relatórios devem fornecer as condições climatológicas na ocasião em que foram realizadas as medições de resistividade, indicar se o solo estava seco ou úmido, se havia chovido recentemente, se a época do ano correspondia à estação chuvosa ou seca, etc.

3.6 Deverá ser apresentado certificado de calibração do instrumento de medição valido na data em que as medições forem executadas.

3.7 Indicar a existência de cercas e linhas de transmissão paralelas ou próximas aos pontos de medição. Neste caso devem ser adotados cuidados especiais de segurança.

4. CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ATERRAMENTO

4.1. Configuração Geométrica

4.1.1 Para reduzir a resistência ao valor especificado no capítulo 2 acima está sendo proposto um sistema de aterramento constituído por quatro ramais de fio contrapeso conectados às cantoneiras de ancoragem dos pés das estruturas autoportantes e aos mastros e estais das

estruturas estaiadas.

4.1.2 Os quatro ramais afastam-se das estruturas em formação radial até o limite da faixa de servidão, passando em seguida a correr paralelo aos limites da faixa.

4.1.3 Em locais de resistividade elevada e desde que a consistência do solo permita os quatro ramais de fio contrapeso serão complementados por quatro hastes de aterramento. As hastes deverão ser enterradas a uma profundidade em torno de 3,0 m e conectadas às estruturas utilizando ramais curtos de fio contrapeso.

4.2. Efetividade do Contrapeso e das Hastes de Aterramento

4.2.1 O uso de contrapeso e de hastes de aterramento e sua efetividade na proteção de LTs contra surtos atmosféricos são temas que vêm sendo estudados há várias décadas, havendo um volume substancial de literatura sobre o assunto (3) (4) (5) (6).

4.2.2 São indicados a seguir alguns pontos do conhecimento acumulado sobre o uso de contrapeso e hastes de aterramento, relevantes para o projeto do sistema de aterramento a ser adotado:

a) O contrapeso é efetivo na redução do número de descargas devidas a surtos atmosféricos, tanto instalado no sentido perpendicular aos condutores como no sentido paralelo. O contrapeso é marginalmente mais efetivo (5 a 10%) quando instalado paralelamente aos condutores.

b) Contrapesos muito longos são menos efetivos do que o mesmo comprimento subdividido em vários ramais menores adequadamente afastados entre si.

c) A eficácia do contrapeso depende do comprimento dos ramais instalados; contudo, a partir de comprimentos da ordem de 120 metros as melhoras no desempenho passam a ser pouco significativas.

d) Ramais excessivamente curtos não devem ser usados pois causam reflexões da onda do surto, prejudicando o desempenho do sistema de aterramento. Respeitados os limites da faixa de servidão o espaçamento entre ramais deve ser o maior possível.

e) O material e bitola do contrapeso têm pouca influência na sua eficácia como redutor da resistência de aterramento das estruturas, devendo ser selecionados visando a facilidade de manuseio e instalação e sua resistência à corrosão, assim como sua capacidade de transportar a parcela das correntes de curto-circuito que descem pelas estruturas e escoam para o solo.

f) A profundidade de enterramento do contrapeso tem pouca influência sobre seu desempenho e deve ser escolhida visando protegê-lo contra atos de vandalismo.

g) Hastes de aterramento enterradas verticalmente também são efetivas na redução do número de descargas devidas a surtos atmosféricos.

h) O desempenho das hastes depende principalmente de seu comprimento enterrado, porém essa relação não é linear, havendo melhoras apenas marginais a partir de comprimentos enterrados elevados. Na maior parte dos solos uma profundidade enterrada em torno de 3,0 m tem-se mostrado satisfatória.

i) O desempenho do sistema de aterramento pode ser melhorado conectando-se várias hastes em paralelo.

j) Se a distância entre as hastes for suficientemente grande quando comparada com o comprimento individual de cada haste, a resistência tenderá a ser reduzida na mesma proporção do número de hastes. Caso contrário haverá interferência entre os campos elétricos das várias hastes e a consequente redução de sua eficácia.

5. DETALHAMENTO DO SISTEMA DE ATERRAMENTO

5.1. Especificação do Contrapeso e Conectores Associados

5.1.1 Será utilizado como contrapeso o cabo de aço zincado por imersão a quente (classe A) Bezinal SM, com 9,52 mm de diâmetro. Esse material tem sido extensivamente usado com sucesso como contrapeso em linhas de transmissão de todas as classes de tensão.

5.1.2 São indicadas a seguir as principais características do cabo contrapeso selecionado:

Características Gerais do Cabo Contrapeso	
Tipo	Bezinal SM
Diâmetro do cabo	9,52 mm
Diâmetro dos fios individuais	3,05 mm
Seção transversal do cabo	51,14 mm^2
Número de fios	7
Massa unitária	0,407 kg/m
Carga de ruptura mínima	3.160 kgf
Alongamento mínimo em 610 mm	8%
Classe da zincagem	A
Peso mínimo da camada de zinco	260 g/m^2
Sentido do encordoamento da camada externa	A esquerda

5.1.3 Os ramais de contrapeso serão solidamente ligados às cantoneiras de ancoragem das pernas das estruturas autoportantes e aos mastros das estruturas estaiadas por meio de conectores aparafusados, fabricado de aço, zincados por imersão a quente, ou de bronze estanhado ou alumínio estanhado, conforme o tipo de contrapeso.

5.1.4 Nas estruturas estaiadas os ramais de contrapeso serão estendidos até os estais e conectados aos mesmos por meio de grampos paralelos fabricados de aço, zincados por imersão a quente, ou aparafusados de bronze estanhado ou alumínio estanhado, conforme tipo do contrapeso.

5.1.5 Os ramais serão enterrados em valetas com 80 cm de profundidade e comprimento correspondente à fase de aterramento selecionada para a estrutura. Se necessário serão acrescentados comprimentos adicionais de fio contrapeso utilizando grampos paralelos aparafusados, fabricados em aço e zincados por imersão a quente, ou de bronze estanhado ou alumínio estanhado, conforme o tipo do contrapeso.

5.1.6 Os parafusos, porcas e arruelas utilizados nos conectores mencionados nos itens acima poderão ser de aço zincado por imersão a quente.

5.2. Especificação das Hastes de Aterramento e Conectores Associados

5.2.1 Serão utilizadas as seguintes hastes de aterramento conforme o tipo de contrapeso a ser utilizado:

a) Cabo contrapeso de aço zincado 3/8” SM: haste de aterramento L40X40X5 mm, de comprimento 2400 mm, com conector de aterramento Ø M12;

5.3. Arranjo Físico do Sistema de Aterramento

5.3.1 O sistema de aterramento será formado por quatro ramais de contrapeso ligados às estruturas conforme indicado nos itens 5.1.3 e 5.1.4 anteriores. Hastes de aterramento poderão ser acrescentadas aos ramais de contrapeso conforme definido nas fases

especificadas no item 5.4 a seguir.

5.3.2 Os quatro ramais devem se afastar dos pontos de fixação às estruturas em direções radialmente opostas, formando ângulos de 45° com o eixo da linha de transmissão (torres autoportantes) ou orientados na direção das fundações dos estais (torres estaiadas).

5.3.3 Ao atingir pontos situados a 1,0 metros do limite da faixa de servidão os ramais devem passar a se deslocar paralelamente à faixa, em sentidos opostos, até terem sido instalados comprimentos de contrapeso por ramais correspondentes à fase de aterramento selecionada para a estrutura em questão.

5.4. Definição das Fases do Sistema de Aterramento

5.4.1 O sistema de aterramento proposto compreende cinco fases normais e uma especial, como indicado a seguir:

Fase	Configuração
I	Quatro ramais com 50 metros de contrapeso por ramal.
II	Quatro ramais com 75 metros de contrapeso por ramal.
III	Quatro ramais com 100 metros de contrapeso por ramal.
IV	Quatro ramais com 125 metros de contrapeso por ramal.
V (especial)	Fase especial para trechos com resistividade extremamente elevada consistindo na instalação de ramais de contrapeso associados a hastes de aterramento, em configuração a ser definida pelo projetista da LT.

5.4.2 A fase inicial do sistema de aterramento a ser instalada em cada estrutura será definida no decorrer do projeto executivo da LT em função dos valores medidos da resistividade, conforme campanha de investigação dos solos descrita no capítulo 3.

5.4.3 Tendo em vista que as resistividades do solo medidas serão valores aproximados e que a fase de aterramento a ser indicada nas listas de construção será escolhida utilizando uma correlação também aproximada, é provável que, em algumas estruturas, a fase de aterramento selecionada não seja suficiente para reduzir a resistência de aterramento ao valor de projeto.

5.4.4 Nesses casos o comprimento inicialmente instalado de contrapeso deverá ser ampliado e/ou instaladas hastes de aterramento adicionais, conforme procedimento detalhado no item 6.4 a seguir.

6. MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO

6.1 Após a concretagem e cura das fundações e pelo menos três dias após a instalação da fase de aterramento especificada no projeto executivo, deve ser medida a resistência de aterramento da estrutura em dia de tempo bom e com solo seco.

6.2 Se na ocasião em que for medida a resistência de aterramento a estrutura ainda não estiver montada, as cantoneiras de ancoragem devem ser eletricamente interligadas com um pedaço de fio contrapeso.

6.3 As medições da resistência de aterramento das estruturas devem ser realizadas antes da instalação dos cabos para-raios ou, se já instalados, com os mesmos isolados das estruturas.

6.4 Caso a resistência medida seja superior ao valor de projeto (ver item 2) a fiscalização deve ser consultada sobre como proceder, podendo ser adotada uma das seguintes medidas:

a) estender os ramais de fio contrapeso até o comprimento da fase imediatamente acima

daquela inicialmente instalada e repetir a medição, e assim sucessivamente até atingir a resistência de projeto ou a Fase V do Sistema de Aterramento;

b) deixar a estrutura com a resistência de aterramento correspondente à fase instalada se a média das resistências das estruturas do trecho for inferior à resistência de projeto;

c) solicitar ao projetista da LT o detalhamento de fase de aterramento especial para a estrutura ou trecho em questão.

7. REFERÊNCIAS

1 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0005_COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO, preparado para as LT's 500kV do LOTE 3 LEILÃO 01/2023

2 Relatório BR-LOT3-71450-L-00-D0012_FUNDAÇÕES TÍPICAS, preparado para as LT's 500kV do LOTE 3 LEILÃO 01/2022

3 The counterpoise – L. V. Bewley.

4 The protection of transmission lines against lightning – W. W. Lewis.

5 Electrical transmission and distribution reference book – Westinghouse Electric Corporation.

6 Earth conductor effects in transmission systems – E. O. Sunde.

01	EMISSÃO INICIAL	21/09/2022	MNR	ACA	JCS
Rev.	**Descrição das Revisões**	**Data**	**Elaborado**	**Verificado**	**Aprovado**

LOTE "03" DO LEILÃO 001/2022

LT CD 500 kV JAÍBA – JANAÚBA 6 C1 e C2
LT CD 500 kV JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 e C2
LT CS 500 kV CAPELINHA 3 – GOV. VALADARES 6 C1 e C2
LT CS 500 kV JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1
LT CS 345 kV VIANA 2 – VIANA C3

PROJETO BÁSICO

ELAB.	**VERIF.**	**APROV.**	**FUNDAÇÕES TÍPICAS**		
MNR	ACA	JCS			
RESP. TÉC.	**CREA**	**DATA**	Nº DOC BR-LOT3-71450-L-00-D0012_0A	**FOLHA**	**REV.**
Joel da Costa Souza	200158892-5	21/09/2022		1/15	01

ÍNDICE

1. OBJETIVO 3
2. CAMPANHA DE INVESTIGAÇÃO DOS SOLOS 3
   2.1. Programação 3
   2.2. Inspeção Visual 3
   2.3. Sondagens SPT 3
3. TIPIFICAÇÃO DOS SOLOS E FUNDAÇÕES 3
   3.1. Fundações para Solos Normais 3
   3.2. Fundações para Solos Especiais 4
   3.3. Parâmetros Básicos dos Solos 4
4. CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES 4
   4.1. Cargas Atuando nas Fundações 4
   4.2. Dimensionamento das Fundações 5
   4.3. Dimensionamento do Concreto Armado 5
5. DIMENSÕES DAS FUNDAÇÕES PARA SOLOS NORMAIS 6
   5.1. Considerações Iniciais 6
   5.2. Série de Estruturas 6
   5.3. Características Adotadas para os Solos 8
6. Referências 8
7. Figuras 9

1. OBJETIVO

1.1 Definir as características construtivas das fundações típicas a serem utilizadas em solos normais, nas linhas do lote 3 do leilão 01/2022 da ANEEL listada abaixo:

- LT CD 500 kV Jaíba – Janaúba 6, C1 e C2
- LT CD 500kV Janaúba 6 – Janaúba 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Janaúba 6 – Capelinha 3, C1 e C2
- LT CS 500kV Capelinha 3 – Govenador Valadares 6, C1 e C2
- LT CS 500kV João Neiva 2 – Viana 2, C1
- LT CS 345kV Viana 2 – Viana, C3

2. CAMPANHA DE INVESTIGAÇÃO DOS SOLOS

2.1. Programação

2.1.1 Tão logo tenha sido concluído o projeto de plotação inicial, deve ser programada uma campanha de investigação dos solos nos locais onde serão instaladas as estruturas. Essa campanha deve incluir, pelo menos, as seguintes investigações:

a) Inspeção Visual;

b) Sondagens SPT.

2.2. Inspeção Visual

2.2.1 Deve ser executada em todos os pontos onde serão instaladas as estruturas da LT visando classificar, de forma expedita, o solo do local (1).

2.2.2 A inspeção visual deve ser precedida por um exame criterioso dos desenhos de planta e perfil, os quais normalmente fornecem informações importantes sobre o solo da região (se alagadiço ou inundável, banhado, brejo, afloramento de rocha, erosão, coluvião, sangas, rios, valetas, vegetação, etc.).

2.2.3 A inspeção visual “in situ” deve complementar as informações fornecidas pelos desenhos de planta e perfil no que se refere às formas de erosão, tipo de vegetação, tonalidade da cor do solo e nome genérico pelo qual o solo é conhecido na região.

2.3. Sondagens SPT

2.3.1 Devem ser executadas em todas as torres na LT.

2.3.2 As sondagens SPT devem seguir os critérios da “NBR 6484 – Campanha de Investigação de Solo” e do documento de “Especificação Técnica de Campanha de Investigação de Solos” que deve ser documento constante do Projeto Executivo. Em solos muito fracos a sondagem deverá atingir obrigatoriamente profundidades superiores a 15,45 metros em conformidade com especificação técnico complementar.

3. TIPIFICAÇÃO DOS SOLOS E FUNDAÇÕES

3.1. Fundações para Solos Normais

3.1.1 Consideram-se como normais os solos argilosos, arenosos, siltosos ou mistos (argilo-siltosos, areno-argilosos, etc.) sem presença de água ou de rocha até o nível da base da escavação das fundações.

3.1.2 Para esses solos é prevista como alternativa preferencial a instalação de fundações típicas em tubulões verticais com base alargada ou retos, em concreto armado nas torres autoportantes.

3.1.3 Para solos nos quais a alternativa em tubulões for inadequada é prevista a instalação de fundações em sapatas, em concreto armado.

3.2. Fundações para Solos Especiais

3.2.1 Em outros tipos de solos, aí compreendidos solos fortes, como rocha sã e rocha fraturada aflorada ou a baixa profundidade, solos fracos e solos com nível d'água elevado, deverão ser instaladas fundações especiais.

3.2.2 Para rocha sã ou pouco fraturada é prevista a instalação de bloco em concreto armado, atirantado na rocha.

3.2.3 Nos locais em que seja possível escavar a rocha poderá ser utilizado como alternativa fundação em tubulão curto em concreto armado, engastado diretamente na rocha.

3.2.4 Para solos muito fracos, com ou sem presença d'água a baixa profundidade, é prevista a instalação de estacas metálicas ou de concreto armado, coroadas por blocos de concreto armado independentes ou interligados por vigas horizontais nas estruturas autoportantes.

3.2.5 O detalhamento dessas fundações será desenvolvido na fase do projeto executivo, quando forem conhecidas as características do solo dos locais onde serão instaladas as estruturas e definidos os métodos construtivos que se adaptarem aos equipamentos das firmas contratadas para instalar as fundações.

3.3. Parâmetros Básicos dos Solos

3.3.1 As características dos solos a serem efetivamente utilizadas no projeto das fundações típicas serão selecionadas com base nos resultados da Campanha de Investigação descrita no capítulo 2 anterior.

3.3.2 Para o presente relatório, o qual visa apenas definir dimensões aproximadas para as fundações típicas, foram adotadas as características geotécnicas indicadas a seguir, as quais são representativas (2) dos solos descritos nos itens 3.1 e 3.2 anteriores.

Característica	Solo Normal	Solos Especiais		
		Rocha	Com água	Muito fraco
Coesão (kg/cm²)	0,1 a 0,2		0,10	
Ângulo de atrito	10° a 20°	45°	10°	
Peso específico (t/m³)	1,2 a 1,6	2,0	1,0	1,0
Compressão (kg/cm²)	1,0 a 3,0	5,0 a 10,0	0,10	
Ângulo do cone	15° a 30°	45°	15°	
Nº golpes, SPT em areia	≤ 18		≤ 5	
Nº golpes, SPT em argila	≤ 15		≤ 4	

4. CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES

4.1. Cargas Atuando nas Fundações

4.1.1 As cargas atuando nas fundações serão obtidas a partir das memórias de cálculo das estruturas que compõem a série a ser utilizada (6), (7), (8) e (9).

4.1.2 As cargas máximas de tração, compressão e horizontais associados (transversais e longitudinais), consideradas nas suas combinações mais desfavoráveis, serão multiplicadas por um fator de sobrecarga adicional de 1,10.

4.1.3 As novas cargas assim obtidas serão utilizadas para o dimensionamento das fundações e o cálculo das estruturas de concreto armado.

4.2. Dimensionamento das Fundações

4.2.1 O dimensionamento à tração (arrancamento) usará a metodologia (3) desenvolvida pelo professor J. Biarez (Universidade de Grenoble) e pelo eng. Y. Barraud (EDF), associada ao método clássico do cone de arrancamento.

4.2.2 O dimensionamento à compressão levará em consideração as cargas horizontais associadas e os correspondentes momentos atuando sobre a base da fundação, resultando em um caso de dimensionamento por flexão composta (4).

4.3. Dimensionamento do Concreto Armado

4.3.1 Para dimensionamento do concreto armado (5) serão utilizados os valores indicados na tabela apresentada a seguir, todos referidos ao estado limite último.

4.3.2 Os valores indicados são compatíveis com o critério adotado no cálculo das cargas atuando nas fundações, constante do item 4.1 anterior.

Critérios de Dimensionamento do Concreto Armado	**Valor Adotado**
Deformação específica do concreto comprimido	$\varepsilon_c \leq 3{,}5‰$
Deformação específica da armadura tracionada	$\varepsilon_s \leq 10‰$
Resistência à compressão do concreto	
c.1) Concreto moldado “in situ”	$f_{ck} \geq 20\,MPa$
c.2) Concreto pré-moldado	$f_{ck} \geq 20\,MPa$
c.3) Concreto ciclópico	$f_{ck} \geq 8\,MPa$
c.4) Concreto simples	$f_{ck} \geq 9\,MPa$
Tensão de cálculo no concreto	$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\delta_c} \quad \delta_c = 1{,}4$
Tensão de cálculo no aço	$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\delta_s} \quad \delta_s = 1{,}15$
Tensão de cálculo nos chumbadores	$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\delta_s} \quad \delta_s = 1{,}5$
Aço da armadura	CA 50A ou CA 60A
Cobrimento da armadura	4 cm

5. DIMENSÕES DAS FUNDAÇÕES PARA SOLOS NORMAIS

5.1. Considerações Iniciais

5.1.1 São apresentadas nas Figuras 1 a 4 as dimensões das fundações típicas em concreto para solos normais, para a série de estruturas proposta para a LT.

5.1.2 As dimensões indicadas devem ser consideradas como valores aproximados, a serem confirmados quando forem conhecidas as reais características dos solos da região atravessada pela LT.

5.2. Série de Estruturas

5.2.1 A série selecionada (6), (7), (8) e (9) é formada pelos seguintes tipos de estruturas:

LT 500 kV CD JAÍBA - JANAÚBA 6, C1 e C2	
Tipo	Aplicação
I5DEL	Suspensão estaiada leve para ângulo até 1°
I5DSL	Suspensão autoportante leve para ângulo até 1°
I5DSP	Suspensão autoportante pesada para ângulos até 5°
I5DA1	Ancoragem em ângulos até 20°
I5DA2	Ancoragem em ângulos até 40°
I5DAT	Ancoragem em ângulos até 60° e terminal
I5DTR	Suspensão autoportante de transposição para ângulos até 1°
LT 500 kV CD JANAUBA 6 - JANAUBA 3, C1 e C2	
Tipo	Aplicação
I5DEL	Suspensão estaiada leve para ângulo até 1°
I5DSL	Suspensão autoportante leve para ângulo até 1°
I5DSP	Suspensão autoportante pesada para ângulos até 5°
I5DA1	Ancoragem em ângulos até 20°
I5DA2	Ancoragem em ângulos até 40°
I5DAT	Ancoragem em ângulos até 60° e terminal
I5DTR	Suspensão autoportante de transposição para ângulos até 1°
LT 500 kV CS JANAÚBA 6 - CAPELINHA 3 C1 e C2	
Tipo	Aplicação
I51CR	Cross-rope de suspensão estaiada leve para ângulo até 1°

I51CRB	Cross-rope de suspensão estaiada leve para ângulo até 1°
I51SL	Suspensão autoportante leve para ângulo até 2°
I51SP	Suspensão autoportante pesada para ângulos até 6°
I51A1	Ancoragem em ângulos até 15°
I51A2	Ancoragem em ângulos até 30°
I51AT	Ancoragem em ângulos até 60° e terminal
I51TR	Suspensão autoportante de transposição para ângulos até 4°

LT 500 kV CS CAPELINHA 3 - GOVERNADOR VALADARES 6 C1 e C2

Tipo	Aplicação
I52CR	Cross-rope de suspensão estaiada leve para ângulo até 1°
I52CRB	Cross-rope de suspensão estaiada leve para ângulo até 1°
I52SL	Suspensão autoportante leve para ângulo até 2°
I52SP	Suspensão autoportante pesada para ângulos até 6°
I52A1	Ancoragem em ângulos até 15°
I52A2	Ancoragem em ângulos até 30°
I52AT	Ancoragem em ângulos até 60° e terminal
I52TR	Suspensão autoportante de transposição para ângulos até 4°

LT 500 kV CS JOÃO NEIVA 2 - VIANA 2, C1

Tipo	Aplicação
I52CR	Cross-rope de suspensão estaiada leve para ângulo até 1°
I52CRB	Cross-rope de suspensão estaiada leve para ângulo até 1°
I52SL	Suspensão autoportante leve para ângulo até 2°
I52SP	Suspensão autoportante pesada para ângulos até 6°
I52A1	Ancoragem em ângulos até 15°
I52A2	Ancoragem em ângulos até 30°
I52AT	Ancoragem em ângulos até 60° e terminal
I52TR	Suspensão autoportante de transposição para ângulos até 4°

LT 345 kV CS VIANA 2 - VIANA 3, C3

Tipo	Aplicação

I3SL	Suspensão autoportante leve para ângulo até 1°
I3AT	Ancoragem em ângulos até 40° e terminal

5.3. Características Adotadas para os Solos

5.3.1 Para o dimensionamento preliminar das fundações, foram adotados três tipos de solos normais com as seguintes características:

Características	Solos		
	Tipo I	Tipo II	Tipo III
Peso específico (t/m³)	1,6	1,4	1,2
Ângulo do cone	27,5°	22,5°	15°
Tensão Admissível (kg/cm²)	3,0	2,0	1,0

5.3.2 Solos orgânicos devem ter tratamento especial, caso a caso.

6. REFERÊNCIAS

1 Earth manual, publicado pelo United States Department of the Interior – Bureau of Reclamation.

2 Soil mechanics in engineering practice – Karl Terzaghi e Ralph B. Peck.

3 CIGRÉ 22-06/1968 – The use of soil mechanics methods for adapting tower foundations to soil conditions – J. Biarez e Y. Barraud.

4 Foundation analysis and design – Joseph E. Bowles.

5 Concreto armado – dimensionamento – Walter Pfeil.

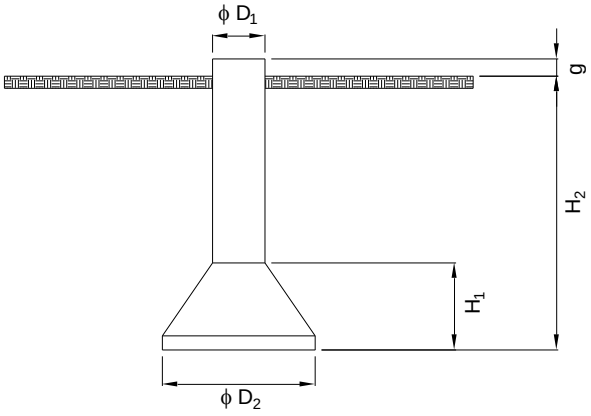
6 BR-LOT3-71450-L-00-D0036_SÉRIE DE ESTRUTURAS, preparado para a LT 345 kV CS VIANA 2 – VIANA C3 – LEILÃO ANEEL 001/2022 – LOTE 3

7 BR-LOT3-71450-L-00-D0032_SÉRIE DE ESTRUTURAS, preparado para as LT 500 kV CS JAÍBA – JANAÚBA 6 C1 e C2 / JANAÚBA 6 – JANAÚBA 3 C1 e C2 – LEILÃO ANEEL 001/2022 – LOTE 3

8 BR-LOT3-71450-L-00-D0027_SÉRIE DE ESTRUTURAS, preparado para as LT 500 kV CS CAPELINHA 3 – GOVERNADOR VALADARES 6 C1 e C2/ JOÃO NEIVA 2 – VIANA 2 C1 – LEILÃO ANEEL 001/2022 – LOTE 3

9 BR-LOT3-71450-L-00-D0010_SÉRIE DE ESTRUTURAS, preparado para a LT 500 kV CS JANAÚBA 6 – CAPELINHA 3 C1 e C2 – LEILÃO ANEEL 001/2022 – LOTE 3

7. FIGURAS

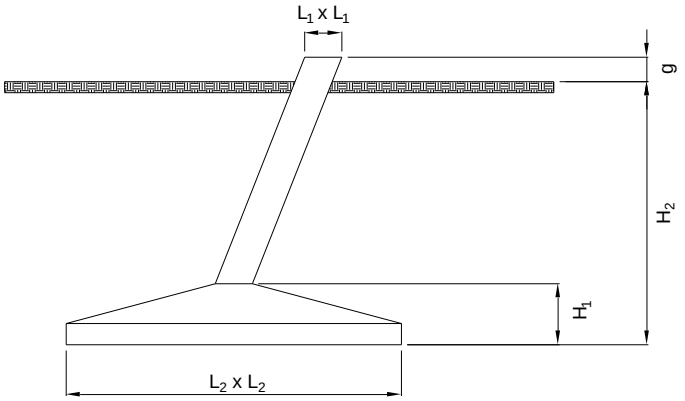


Solo Tipo	Estrutura	ϕ D_1	ϕ D_2	H_1	H_2	$g_{mín}$
I	I5DSL	0,80	2,05	1,10	3,20	0,30
	I5DSP	0,90	2,30	1,20	3,45	0,30
	I5DA1	1,00	2,50	1,30	3,65	0,30
	I5DA2	1,10	2,90	1,55	4,05	0,30
	I5DAT	1,20	3,20	1,70	4,25	0,30
	I51SL	0,80	1,85	0,90	3,20	0,30
	I51SP	0,80	2,10	1,15	3,40	0,30
	I51A1	0,90	2,10	1,10	3,45	0,30
	I51A2	1,00	2,30	1,15	3,90	0,30
	I51AT	1,20	2,80	1,35	4,35	0,30
	I51TR	0,80	1,85	0,90	3,20	0,30
	I52SL	0,80	2,05	1,10	3,50	0,30
	I52SP	0,90	2,30	1,20	3,70	0,30
	I52A1	1,00	2,25	1,10	3,70	0,30
	I52A2	1,10	2,50	1,20	4,05	0,30
	I52AT	1,30	3,05	1,50	4,50	0,30
	I52TR	0,80	2,05	1,10	3,50	0,30
	I3SL	0,80	1,40	0,55	3,15	0,30
	I3AT	0,90	1,95	0,95	3,75	0,30
II	I5DSL	0,80	2,65	1,60	3,00	0,30
	I5DSP	0,90	3,00	1,80	3,10	0,30
	I5DA1	1,00	3,20	1,90	3,45	0,30
	I5DA2	1,10	3,70	2,20	3,85	0,30

I5DAT	1,20	4,10	2,50	4,30	0,30
I51SL	0,80	2,35	1,35	3,10	0,30
I51SP	0,80	2,65	1,60	3,15	0,30
I51A1	0,90	2,70	1,60	3,20	0,30
I51A2	1,00	3,00	1,75	3,50	0,30
I51AT	1,20	3,60	2,05	3,95	0,30
I51TR	0,80	2,35	1,35	3,10	0,30
I52SL	0,80	2,65	1,60	3,30	0,30
I52SP	0,90	3,00	1,80	3,40	0,30
I52A1	1,00	2,90	1,65	3,45	0,30
I52A2	1,10	3,25	1,85	3,65	0,30
I52AT	1,30	3,90	2,25	4,05	0,30
I52TR	0,80	2,65	1,60	3,30	0,30
I3SL	0,80	1,85	0,90	3,00	0,30
I3AT	0,90	2,50	1,40	3,60	0,30

1) Dimensões em metro.

Figura 1 – Tubulão para torres autoportantes

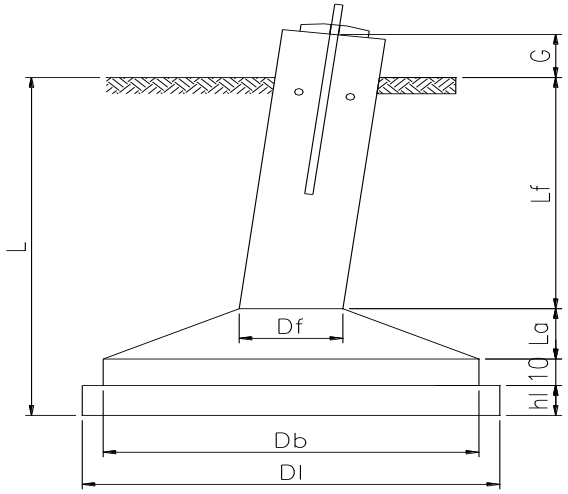


Solo Tipo	Estrutura	L1	L2	H_1	H_2	$g_{mín}$
III	I5DSL	0,60	4,15	0,90	2,55	0,30
	I5DSP	0,60	4,70	1,05	2,50	0,30
	I5DA1	0,70	5,15	1,15	2,55	0,30
	I5DA2	0,70	5,95	1,35	2,65	0,30
	I5DAT	0,80	6,65	1,50	2,60	0,30
	I51SL	0,50	3,75	0,75	2,70	0,30
	I51SP	0,60	4,15	0,80	2,70	0,30
	I51A1	0,70	4,40	0,85	2,55	0,30
	I51A2	0,70	4,80	0,95	2,75	0,30
	I51AT	0,80	5,80	1,15	2,90	0,30
	I51TR	0,50	3,75	0,75	2,70	0,30
	I52SL	0,60	4,30	0,85	2,65	0,30
	I52SP	0,60	4,75	0,95	2,70	0,30
	I52A1	0,70	4,70	0,90	2,70	0,30
	I52A2	0,70	5,30	1,05	2,75	0,30
	I52AT	0,80	6,45	1,30	2,75	0,30
	I52TR	0,60	4,30	0,85	2,65	0,30
	I3SL	0,50	3,10	0,55	2,70	0,30
	I3AT	0,60	4,20	0,80	2,85	0,30

1) Dimensões em metro.

2) Não está previsto o uso de sapatas em solo tipo I e II.

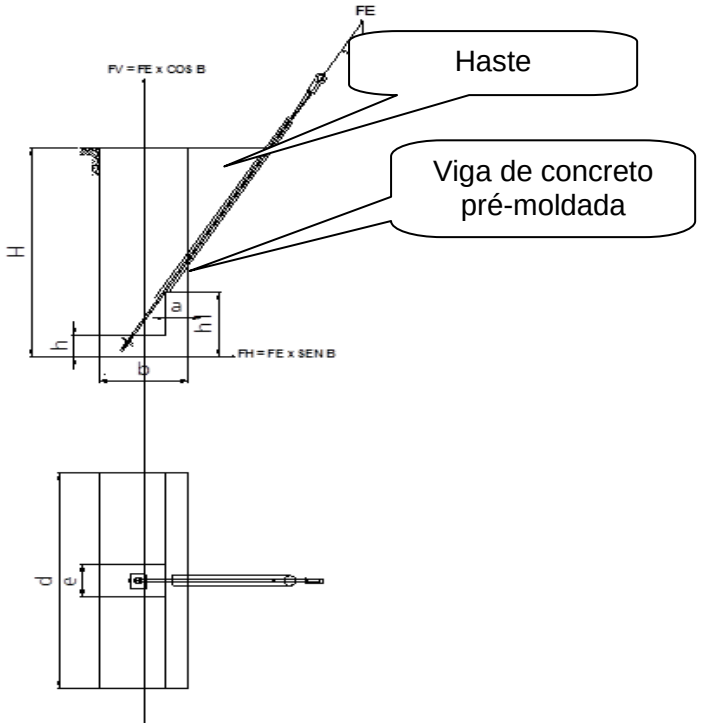
Figura 2 – Sapata para torres autoportantes



Solo Tipo	Estrutura	Df	La	Db	DL	hl	Lf	L	$g_{mín}$
I		0,60	0,50	2,35	0	0	0,85	1,50	0,30
II	I5DEL	0,60	0,50	2,35	2,90	0,15	0,85	1,65	0,30
III		0,60	0,50	2,35	4,30	0,20	0,85	1,70	0,30
I		0,50	0,40	1,90	0	0	0,95	1,50	0,30
II	I51CR	0,50	0,40	1,90	2,40	0,15	0,95	1,65	0,30
III		0,50	0,40	1,90	3,55	0,20	0,95	1,70	0,30
I		0,50	0,40	1,90	0	0	0,95	1,50	0,30
II	I51CRB	0,50	0,40	1,90	2,40	0,15	0,95	1,65	0,30
III		0,50	0,40	1,90	3,50	0,20	0,95	1,70	0,30
I		0,50	0,40	2,10	0	0	0,95	1,50	0,30
II	I52CR	0,50	0,40	2,10	2,55	0,15	0,95	1,65	0,30
III		0,50	0,40	2,10	3,90	0,20	0,95	1,70	0,30
I		0,50	0,40	2,00	0	0	0,95	1,50	0,30
II	I52CRB	0,50	0,40	2,00	2,45	0,15	0,95	1,65	0,30
III		0,50	0,40	2,00	3,70	0,20	0,95	1,70	0,30

1) Dimensões em metro.

Figura 3 – Sapata para o mastro



VISTA SUPERIOR

Solo Tipo	Estrutura	b	d	H	h1	h	e
I		2,00	0,90	3,30	0,70	0,20	0,30
II	I5DEL	2,00	0,90	3,90	0,70	0,20	0,30
III		3,70	1,00	4,45	1,00	0,20	0,30
I		2,00	0,90	3,00	0,60	0,20	0,30
II	I51CR	2,00	0,90	3,60	0,60	0,20	0,30
III		3,20	1,10	4,00	1,10	0,20	0,30
I		1,90	0,90	3,00	0,60	0,20	0,30
II	I51CRB	1,90	0,90	3,55	0,60	0,20	0,30
III		3,20	1,10	3,75	1,10	0,20	0,30
I		2,20	1,00	3,05	0,60	0,20	0,30
II	I52CR	2,20	1,00	3,60	0,60	0,20	0,30
III		3,30	1,20	4,05	1,20	0,20	0,30
I		2,10	1,00	3,00	0,60	0,20	0,30
II	I52CRB	2,10	1,00	3,50	0,60	0,20	0,30
III		3,30	1,20	3,80	1,20	0,20	0,30

Figura 4 – Placa para o estai

ISA CTEEP

LEILÃO ANEEL 001/2022 - LOTE 3

LINHAS DE TRANSMISSÃO 500 kV CIRCUITO SIMPLES

CAPELINHA 3 / GOVERNADOR VALADARES 6 C1 e C2

JOÃO NEIVA 2 / VIANA 2 C1

PROJETO BÁSICO

ESTRUTURAS

02	FGS	RCM	PRRLS	31/10/22	ALTERADOS PR's OPGW
01	FGS	RCM	PRRLS	11/08/22	EMISSÃO INICIAL
REV.	FEITO	VERIF.	APROV.	DATA	DESCRIÇÃO

PROJETO ESTRUTURAL: engetower ENGENHARIA

CLIENTE: cobra BRASIL isa CTEEP

FEITO	VERIF.	V. PROJ.	APROV.	DATA	O.S.	Nº ENGETOWER	Nº CLIENTE	REV.	TOT. FOL.
FGS	RCM	RCM	PRRLS	11/08/22	1859	267.67-B1001	BR-LOT3-71450-L-00-D0027	02	1/101

ÍNDICE

1 OBJETIVO	Pág.	3		
2 DADOS BÁSICOS	Pág.	4	a	8
3 SÉRIE DE ESTRUTURAS	Pág.	9	a	12
4 SILHUETAS TÍPICAS	Pág.	13	a	21
5 HIPÓTESES DE CARGA	Pág.	22	a	99
6 DIRETRIZES PARA O DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL	Pág.	100	a	101

1 OBJETIVO

Definir a série de estruturas a ser utilizada nas LT's 500 kV C.S. Capelinha 3 / Governador Valadares 6 C1 e C2 e João Neiva 2 / Viana 2 C1, o que inclui as silhuetas típicas de cada tipo estrutural empregado, as hipóteses de carga para o respectivo cálculo estrutural e as diretrizes a serem observadas no dimensionamento estrutural.

2 DADOS BÁSICOS

2.1 CONDUTOR E PÁRA-RAIOS

Característica	Unid.	Condutor (6 cabos/fase)	Pára-raios			
Tipo		CAL (Al 1120)	OPGW	OPGW	CAA	aço galvanizado EHS
Código			14.9	13.4	DOTTEREL	
Bitola		838 kcmil	14.9 mm	13.4 mm	176.9 kcmil	Ø3/8"
Formação		37 fios			12/7 fios	7 fios
Área total	cm²	4.2516	1.2670	0.9910	1.4189	0.5108
Diâmetro	cm	2.6780	1.4900	1.3400	1.5420	0.9140
Peso unitário	kgf/m	1.1709	0.5520	0.5930	0.6568	0.4070
Carga de ruptura	kgf	9473	6159	8872	7857	6985
Mód. de Elast. final	kgf/cm²	0.6520×10^{6}	0.9228×10^{6}	1.3267×10^{6}	1.0687×10^{6}	1.8500×10^{6}
Coef. Dilat. Térm. final	°C^{-1}	2.3000×10^{-5}	1.6700×10^{-5}	1.3600×10^{-5}	1.5300×10^{-5}	1.1500×10^{-5}

2.2 CADEIAS DE ISOLADORES POLIMÉRICOS

TIPO	ISOLADORES		ÁREA EXPOSTA (m²)	PESO (kgf)
	DIMENSÃO (mm)	CARGA RUPTURA (t)		
SUSPENSÃO I LEVE	4053 x 146	24	0.592	190
SUSPENSÃO V LEVE	4053 x 146	24	1.184	230
SUSPENSÃO I PESADA	4053 x 146	32	0.592	190
SUSPENSÃO V PESADA	4053 x 146	32	1.184	230
ANCORAGEM QUÁDRUPLA	4053 x 146	64	2.368	1200
SUSPENSÃO JUMPER I	4053 x 146	16	0.592	80
SUSPENSÃO JUMPER V	4053 x 146	16	1.184	140

2.3 AÇÃO DO VENTO

2.3.1 As velocidades de vento a serem utilizadas no projeto da LT e as respectivas pressões e cargas atuantes nos cabos, isoladores e estruturas serão calculadas de acordo com a metodologia da Publicação IEC 60826 Edição 4.0 de fevereiro/2017 - "International Eletrotechnical Comission: Design Criteria of Overhead Transmission Lines", considerando-se:

- Terreno com rugosidade categoria "B" (K_R = 1.00)
- Velocidade de Vento de Referência $V_{R(50)}$ = 27.78 m/s (100 km/h)
- Período de Retorno T = 250 anos
- Velocidade de Vento de Referência $V_{R(250)}$ = 31.94 m/s (115 km/h)
- ρ = massa específica do ar = 1.168 kg/m³ (temperatura = 12°C, altitude = 350 m)
- g = aceleração da gravidade = 9.81 m/s²

2.3.2 Pressão dinâmica de referência (q_0)

- q_0 = pressão dinâmica de referência = 1/2 x ρ x $(K_R \times V_{R(250)})^2$ / g
  $\Rightarrow q_0$ = 60.7 kgf/m²

2.3.3 Vento de Alta Intensidade

Será considerado vento com velocidade V_i igual a 50.00 m/s (180 km/h), constante com a altura, atuando integralmente sobre a estrutura e sobre 25% do vão médio.

- q_i = pressão dinâmica associada a V_i = 1/2 x ρ x V_i^2 / g
  $\Rightarrow q_i$ = 148.8 kgf/m²

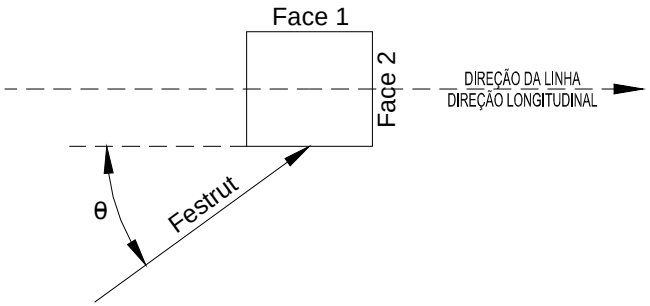
2.3.4 Ação do vento na estrutura

2.3.4.1 Vento Máximo:

A carga de vento máximo atuante na estrutura será determinada de acordo com o prescrito na Publicação IEC 60826, utilizando-se a expressão abaixo:

$F_{estrut} = q_0 G_T (1 + 0.2sen^2 2\theta) (S_{T1}C_{XT1}sen^2\theta + S_{T2}C_{XT2}cos^2\theta)$, onde:

F_{estrut}	carga de vento, atuante na direção do vento, em kgf
q_0	= 60.7 kgf/m²
G_T	Fator de rajada, obtido da figura 5 da Publicação IEC 60826 em função da altura em relação ao solo do centro de gravidade do painel em consideração
S_{T1}	Área líquida da face 1 do painel em consideração, em m²
S_{T2}	Área líquida da face 2 do painel em consideração, em m²
C_{XT1}	Coeficiente de arrasto da face 1 do painel em consideração, obtido da figura 7 da Publicação IEC 60826
C_{XT2}	Coeficiente de arrasto da face 2 do painel em consideração, obtido da figura 7 da Publicação IEC 60826
θ	Ângulo de incidência do vento em relação à direção da linha (direção longitudinal), conforme figura abaixo (vento transversal $\rightarrow \theta = 90°$; vento longitudinal $\rightarrow \theta = 0°$):



2.3.4.2 Vento de Alta Intensidade:

A carga de vento de alta intensidade atuante na estrutura será determinada de modo similar ao indicado no item 2.3.4.1, utilizando-se a expressão abaixo:

$F_{estrut} = 148.8 (1 + 0.2sen^2 2\theta) (S_{T1}C_{XT1}sen^2\theta + S_{T2}C_{XT2}cos^2\theta)$ (carga em kgf)

2.3.4.3 As cargas calculadas conforme indicado nos itens 2.3.4.1 e 2.3.4.2 atuam na direção do vento e devem ser aplicadas no centro de gravidade de cada um dos painéis em que a estrutura for dividida.

2.3.5 Ação do Vento nas Cadeias de Isoladores

2.3.5.1 Vento Máximo:

$F_i = q_0 G_i C_{xi} A_i$, onde:

F_i	carga de vento, atuante na direção do vento, em kgf
q_0	= 60.7 kgf/m²
G_i	Fator de rajada, obtido da figura 5 da Publicação IEC 60826 em função da altura em relação ao solo da cadeia de isoladores
C_{Xi}	Coeficiente de arrasto = 1.2
A_i	Área exposta ao vento (em m²) da cadeia de isoladores

2.3.5.2 Vento de Alta Intensidade:

$F_i = q_i C_{Xi} A_i$, onde:

F_i	carga de vento, atuante na direção do vento, em kgf
q_i	= 148.8 kgf/m²
C_{Xi}	Coeficiente de arrasto = 1.2
A_i	Área exposta ao vento (em m²) da cadeia de isoladores

2.3.6 Ação do Vento nos Cabos

2.3.6.1 Vento Máximo:

$F_C = q_0 G_C G_L C_{XC} \varnothing L \text{ sen}^2\Omega$, onde:

F_C	carga de vento, atuante na direção perpendicular ao cabo, em kgf
q_0	= 60.7 kgf/m²
G_C	Fator de rajada, obtido da figura 3 da Publicação IEC 60826 em função da altura média do cabo em relação ao solo
G_L	Fator de vão, obtido da figura 4 da Publicação IEC 60826 em função do vão médio da estrutura
C_{XC}	Coeficiente de arrasto = 1.0
$\varnothing$	Diâmetro (em m) do cabo
L	Vão médio (em m) da estrutura
Ω	Ângulo entre a direção de incidência do vento e o cabo, conforme figura 6 da Publicação IEC 60826

2.3.6.2 Vento de Alta Intensidade:

$F_C = q_i C_{XC} \varnothing (0.25\ L) \text{ sen}^2\Omega$, onde:

F_C	carga de vento, atuante na direção perpendicular ao cabo, em kgf
q_i	= 148.8 kgf/m²
C_{XC}	Coeficiente de arrasto = 1.0
$\varnothing$	Diâmetro (em m) do cabo
L	Vão médio (em m) da estrutura
Ω	Ângulo entre a direção de incidência do vento e o cabo, conforme figura 6 da Publicação IEC 60826

2.4 TRAÇÕES NOS CABOS

2.4.1 Estados de Carga:

N°	DESCRIÇÃO	TEMPERATURA (°C)
1	EDS, sem vento	22
2	Temperatura mínima	2
3	Temperatura máxima	55 (condutor) e 40 (PR)
4	Vento máximo 90°	12
5	Vento máximo 75°	12
6	Vento máximo 60°	12
7	Vento máximo 45°	12
8	Vento máximo 30°	12
9	Vento máximo 15°	12
10	Vento máximo 0°	12
11	Vento reduzido 90° (60% de $V_{R(250)}$)	12

2.4.2 Condições básicas para cálculo das trações:

- Vão básico de referência: 500 m
- Condições de tracionamento dos cabos:

CABO	TRAÇÃO final EDS
CONDUTOR	20.0% CR
PÁRA-RAIOS OPGW 14.9 mm	16.1% CR
PÁRA-RAIOS OPGW 13.4 mm	12.0% CR
PÁRA-RAIOS DOTTEREL	15.0% CR
PÁRA-RAIOS Ø3/8" EHS	10.5% CR

Nota: Para os cabos pára-raios, flecha final na condição EDS < 90% da flecha final do condutor na condição EDS.

- Altura mínima cabo/solo: 12.5 m

2.4.3 Pressão de vento atuante nos cabos condutores (q_C):

- Flecha para temperatura mínima: 18.3 m
- Flecha para temperatura máxima: 21.0 m
- Distância vertical entre condutor inferior e c.g. das fases: 1.3 m
- H_C = 12.5 + 21.0 + 1.3 - 2/3 x 18.3 = 22.6 m
  Altura adotada : 23.0 m
- G_C: 2.15
- G_L: 0.92
- C_{XC}: 1.0
- $q_C = G_C\ G_L\ C_{XC}\ q_0$: 120.06 kgf/m²

2.4.4 Pressão de vento atuante nos cabos pára-raios (q_{PR}):

- Flecha para temperatura mínima: 16.6 m
- Distância vertical entre fase inferior e pára-raios: 10.8 m
- H_{PR} = 12.5 + 21.0 + 10.8 - 2/3 x 16.6 = 33.2 m
  Altura adotada : 34.0 m
- G_C: 2.30
- G_L: 0.92
- C_{XPR}: 1.0
- $q_{PR} = G_C\ G_L\ C_{XPR}\ q_0$: 128.44 kgf/m²

2.4.5 Trações nos Cabos:

ESTADOS DE CARGA	CONDUTOR	PÁRA-RAIOS			
		OPGW 14.9 mm	OPGW 13.4 mm	DOTTEREL	Ø3/8" EHS
1	1895	992	1066	1181	732
2	2004	1041	1109	1234	756
3	1746	953	1032	1138	712
4	5004	2954	2800	3208	1920
5	4753	2809	2664	3051	1826
6	4064	2403	2288	2616	1567
7	3134	1834	1772	2016	1213
8	2321	1295	1308	1470	895
9	1977	1039	1105	1228	756
10	1947	1016	1087	1207	744
11	2650	1521	1498	1695	1025

2.4.6 As trações nos cabos para a condição de vento de alta intensidade serão simplificadamente obtidas com base em pressão de vento agindo uniformemente ao longo de todo o vão básico de referência, com valor igual a 36% da respectiva pressão devida ao vento máximo (Estado de Carga 11).

2.4.7 A tração máxima por cabo condutor para o lado da subestação não deve ultrapassar o valor de 1000 kgf.

3 SÉRIE DE ESTRUTURAS

3.1 TIPOS ESTRUTURAIS

- Torre estaiada cross-rope de suspensão leve tipo I52CR;
- Torre estaiada cross-rope de suspensão leve tipo I52CRB;
- Torre autoportante cara-de-gato de suspensão leve tipo I52SL;
- Torre autoportante cara-de-gato de suspensão pesada tipo I52SP;
- Torre autoportante delta de ancoragem meio de linha tipo I52A1;
- Torre autoportante delta de ancoragem meio de linha tipo I52A2;
- Torre autoportante delta de ancoragem meio de linha e ancoragem fim de linha tipo I52AT.
- Torre autoportante cara-de-gato de suspensão para transposição tipo I52TR;

3.2 APLICAÇÕES DAS ESTRUTURAS

CARACTERÍSTICA	**I52CR** (Estaiada Cross-rope de Suspensão Leve)	
Ângulo de deflexão	0°	1°
Vão médio	535 m	500 m
Vão gravante sem vento	Condutor: 160 a 700 m Pára-raios: 160 a 750 m	
Vão gravante com vento	Condutor: 48 a 875 m Pára-raios: 48 a 938 m	
Alturas úteis	37.5 a 43.5 m (variação de 1.5 m)	

CARACTERÍSTICA	**I52CRB** (Estaiada Cross-rope de Suspensão Leve)	
Ângulo de deflexão	0°	1°
Vão médio	535 m	500 m
Vão gravante sem vento	Condutor: 160 a 700 m Pára-raios: 160 a 750 m	
Vão gravante com vento	Condutor: 48 a 875 m Pára-raios: 48 a 938 m	
Alturas úteis	25.5 a 37.5 m (variação de 1.5 m)	

Obs.: Nas hipóteses para verificações elétricas e de geometria das torres tipos I52CR e I52CRB foram considerados vãos gravantes de 390 a 500 m (condutor) e 390 a 550 m (PR).

CARACTERÍSTICA	I52SL (Autoportante Cara-de-gato de Suspensão Leve)	
Ângulo de deflexão	0°	2°
Vão médio	575 m	510 m
Vão gravante sem vento	Condutor: 170 a 800 m Pára-raios: 170 a 850 m	
Vão gravante com vento	Condutor: 51 a 1000 m Pára-raios: 51 a 1063 m	
Alturas úteis	22.5 a 55.5 m (variação de 1.5 m)	
Extensões	6.0, 12.0, 18.0 e 24.0 m	
Pés	1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5, 9.0 e 10.5 m	

CARACTERÍSTICA	I52SP (Autoportante Cara-de-gato de Suspensão Pesada)	
Ângulo de deflexão	0°	6°
Vão médio	800 m	610 m
Vão gravante sem vento	Condutor: 240 a 1200 m Pára-raios: 240 a 1250 m	
Vão gravante com vento	Condutor: 72 a 1800 m Pára-raios: 72 a 1875 m	
Alturas úteis	22.5 a 55.5 m (variação de 1.5 m)	
Extensões	6.0, 12.0, 18.0 e 24.0 m	
Pés	1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5, 9.0 e 10.5 m	

CARACTERÍSTICA	I52A1 (Autoportante Delta de Ancoragem Meio de Linha)
Ângulo de deflexão	15°
Vão médio	450 m
Vão gravante sem vento	Condutor: -500 a 1000 m Pára-raios: -550 a 1100 m
Vão gravante com vento	Condutor: -575 a 1150 m Pára-raios: -633 a 1265 m
Alturas úteis	22.5 a 40.5 m (variação de 1.5 m)
Extensões	6.0 e 12.0 m
Pés	3.0, 4.5, 6.0, 7.5 e 9.0 m

CARACTERÍSTICA	I52A2 (Autoportante Delta de Ancoragem Meio de Linha)
Ângulo de deflexão	30°
Vão médio	400 m
Vão gravante sem vento	Condutor: -500 a 1000 m Pára-raios: -550 a 1100 m
Vão gravante com vento	Condutor: -575 a 1150 m Pára-raios: -633 a 1265 m
Alturas úteis	22.5 a 40.5 m (variação de 1.5 m)
Extensões	6.0 e 12.0 m
Pés	3.0, 4.5, 6.0, 7.5 e 9.0 m

CARACTERÍSTICA	I52AT (Autoportante Delta de Ancoragem Meio de Linha e Ancoragem Fim de Linha)		
	Meio de Linha	Fim de Linha	
Ângulo de deflexão	60°	30° (LT)	30° (SE)
Vão médio	400 m		
Vão gravante sem vento	Condutor: -500 a 1000 m Pára-raios: -550 a 1100 m		
Vão gravante com vento	Condutor: -575 a 1150 m Pára-raios: -633 a 1265 m		
Alturas úteis	22.5 a 34.5 m (variação de 1.5 m)		
Extensões	6.0 m		
Pés	3.0, 4.5, 6.0, 7.5 e 9.0 m		

CARACTERÍSTICA	I52TR (Autoportante Cara-de-gato de Suspensão para Transposição)	
Ângulo de deflexão	0°	4°
Vão médio	575 m	455 m
Vão gravante sem vento	Condutor: 170 a 800 m Pára-raios: 170 a 850 m	
Vão gravante com vento	Condutor: 51 a 1120 m Pára-raios: 51 a 1190 m	
Alturas úteis	25.5 a 46.5 m (variação de 1.5 m)	
Extensões	12.0, 18.0 e 24.0 m	
Pés	1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5, 9.0 e 10.5 m	

3.3 PRESSÕES DEVIDAS AO VENTO MÁXIMO POR TIPO ESTRUTURAL

3.3.1 Apresentam-se a seguir as pressões devidas ao vento máximo atuante nos cabos e nas cadeias de isoladores, considerando-se os vãos médios e alturas úteis específicos para cada tipo estrutural.

3.3.2 Cadeias de isoladores

3.3.2.1 Altura em relação ao solo

ESTRUTURA	SUSPENSÃO I	SUSPENSÃO V	ANCORAGEM
I52CR	H= 49.0 m; G_i= 2.55	-	-
I52CRB	H= 43.0 m; G_i= 2.50	-	-
I52SL	H= 61.0 m; G_i= 2.62	H= 68.0 m; G_i= 2.67	-
I52SP	H= 61.0 m; G_i= 2.62	H= 68.0 m; G_i= 2.67	-
I52A1	H= 40.5 m; G_i= 2.47	-	H= 40.5 m; G_i= 2.47
I52A2	H= 40.5 m; G_i= 2.47	-	H= 40.5 m; G_i= 2.47
I52AT	H= 34.5 m; G_i= 2.39	-	H= 34.5 m; G_i= 2.39
I52TR	H= 56.0 m; G_i= 2.59	H= 68.0 m; G_i= 2.67	-

3.3.2.2 Pressão devida ao Vento Máximo (q_0 G_i C_{Xi}, em kgf/m²)

ESTRUTURA	SUSPENSÃO I	SUSPENSÃO V	ANCORAGEM
I52CR	185.74	-	-
I52CRB	182.10	-	-
I52SL	190.84	194.48	-
I52SP	190.84	194.48	-
I52A1	179.91	-	179.91
I52A2	179.91	-	179.91
I52AT	174.09	-	174.09
I52TR	188.66	194.48	-

3.3.3 Cabos condutores e pára-raios

3.3.3.1 Vão Médio e altura dos cabos

ESTRUTURA	VÃO MÉDIO	CONDUTOR	PÁRA-RAIOS
I52CR	L=535m; G_L=0.91	H_C=24m; G_C=2.17	H_{PR}=35m; G_C=2.31
I52CRB	L=535m; G_L=0.91	H_C=24m; G_C=2.17	H_{PR}=35m; G_C=2.31
I52SL	L=575m; G_L=0.90	H_C=29m; G_C=2.24	H_{PR}=42m; G_C=2.38
I52SP	L=800m; G_L=0.85	H_C=40m; G_C=2.36	H_{PR}=54m; G_C=2.47
I52A1	L=450m; G_L=0.94	H_C=21m; G_C=2.12	H_{PR}=30m; G_C=2.25
I52A2	L=400m; G_L=0.95	H_C=20m; G_C=2.10	H_{PR}=28m; G_C=2.23
I52AT	L=400m; G_L=0.95	H_C=20m; G_C=2.10	H_{PR}=28m; G_C=2.23
I52TR	L=575m; G_L=0.90	H_C=35m; G_C=2.31	H_{PR}=51m; G_C=2.45

3.3.3.2 Pressão devida ao Vento Máximo (q_0 G_C G_L C_{XC}, em kgf/m²)

ESTRUTURA	CONDUTOR	PÁRA-RAIOS
I52CR	119.86	127.60
I52CRB	119.86	127.60
I52SL	122.37	130.02
I52SP	121.76	127.44
I52A1	120.96	128.38
I52A2	121.10	128.59
I52AT	121.10	128.59
I52TR	126.20	133.84

4 SILHUETAS TÍPICAS

4.1 O projeto definitivo das estruturas deverá obedecer às dimensões indicadas nos desenhos de silhuetas no que se refere aos seguintes itens:

a) Distâncias elétricas e respectivos ângulos de balanço das cadeias de isoladores;
b) Ângulo de blindagem dos cabos pára-raios;
c) Espaçamentos entre fases;
d) Altura da torre básica, do mastro, das extensões de corpo e dos pés.

4.2 O espaçamento entre fases indicado nos desenhos de silhueta das torres I52CR e I52CRB, itens 4.8.1 e 4.8.2, deverá ser respeitado na geometria deformada obtida para as hipóteses de carga G1 e G1R (ver itens 5.1.1, 5.6.11.1.1 e 5.6.11.2.1).

4.3 As verificações dos espaçamentos elétricos nas torres I52CR e I52CRB, esquematicamente representadas nos desenhos de silhueta dos itens 4.8.1 e 4.8.2, deverão ser feitas nas geometrias deformadas obtidas para as hipóteses de carga G2R (balanço de cadeia de 4°), G3R (balanço de cadeia de 26°) e G4R (balanço de cadeia de 45°). Ver itens 5.1.1, 5.6.11.1.1 e 5.6.11.2.1.

4.4 Os espaçamentos elétricos indicados deverão ser mantidos em relação a qualquer ponto das estruturas e dos estais, conforme aplicável, considerando o ângulo de linha máximo em que a estrutura pode ser aplicada e os condutores formando os seguintes ângulos com o plano horizontal, na saída dos grampos:

- estruturas I52CR, I52CRB, I52SL e I52TR : 15°
- estruturas I52SP, I52A1, I52A2 e I52AT : 20°

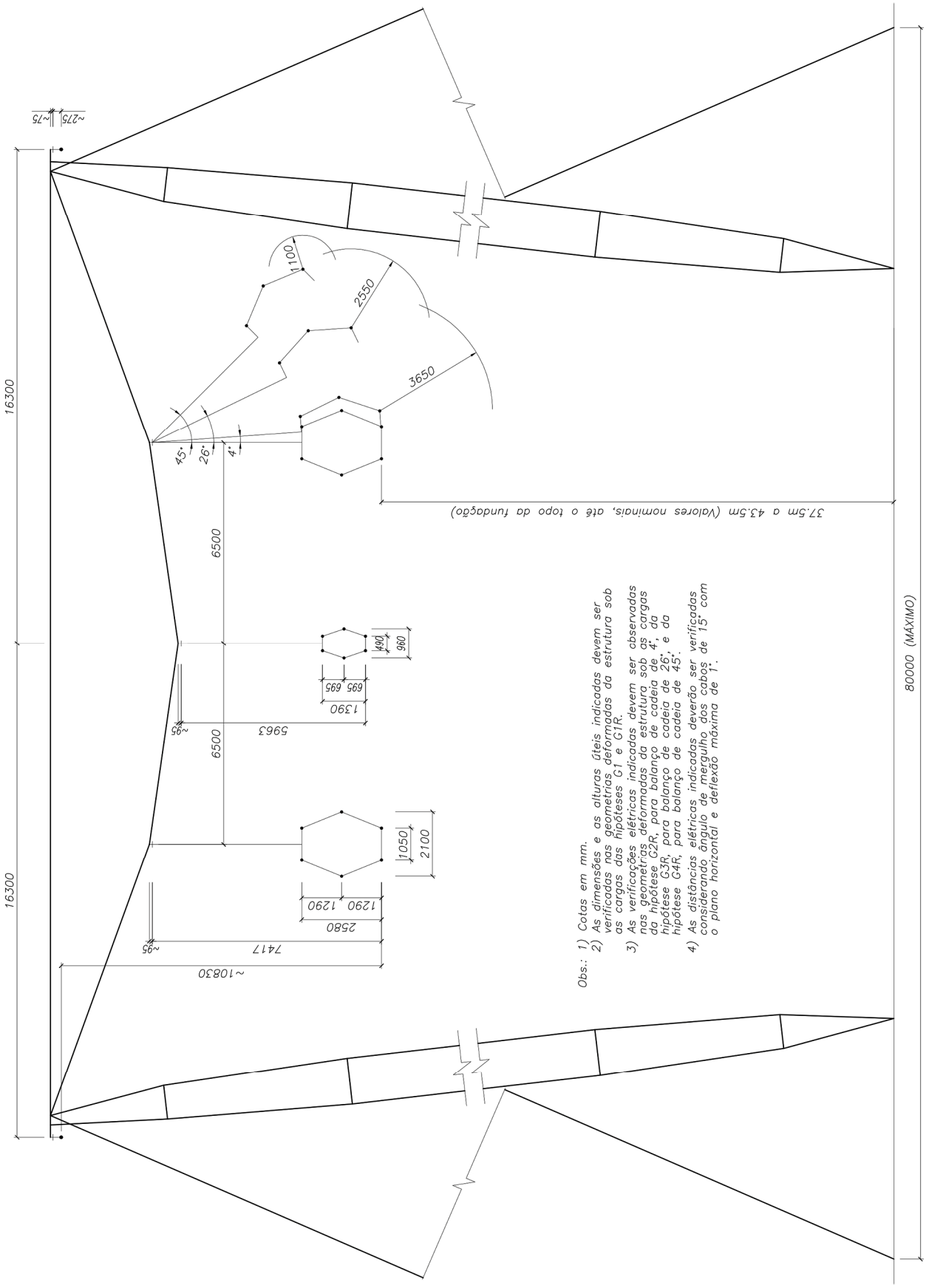
4.5 As mísulas dos condutores das estruturas de ancoragem tipos I52A1, I52A2 e I52AT devem ser projetadas com detalhes para fixações da cadeia de passagem do “Jumper” no ponto central da mísula e nas duas extremidades, junto às faces transversais da estrutura.

4.6 As estruturas de ancoragem deverão ter base quadrada e as estruturas de suspensão autoportantes poderão ter base retangular, desde que o menor lado da base não seja inferior a 2/3 do maior lado.

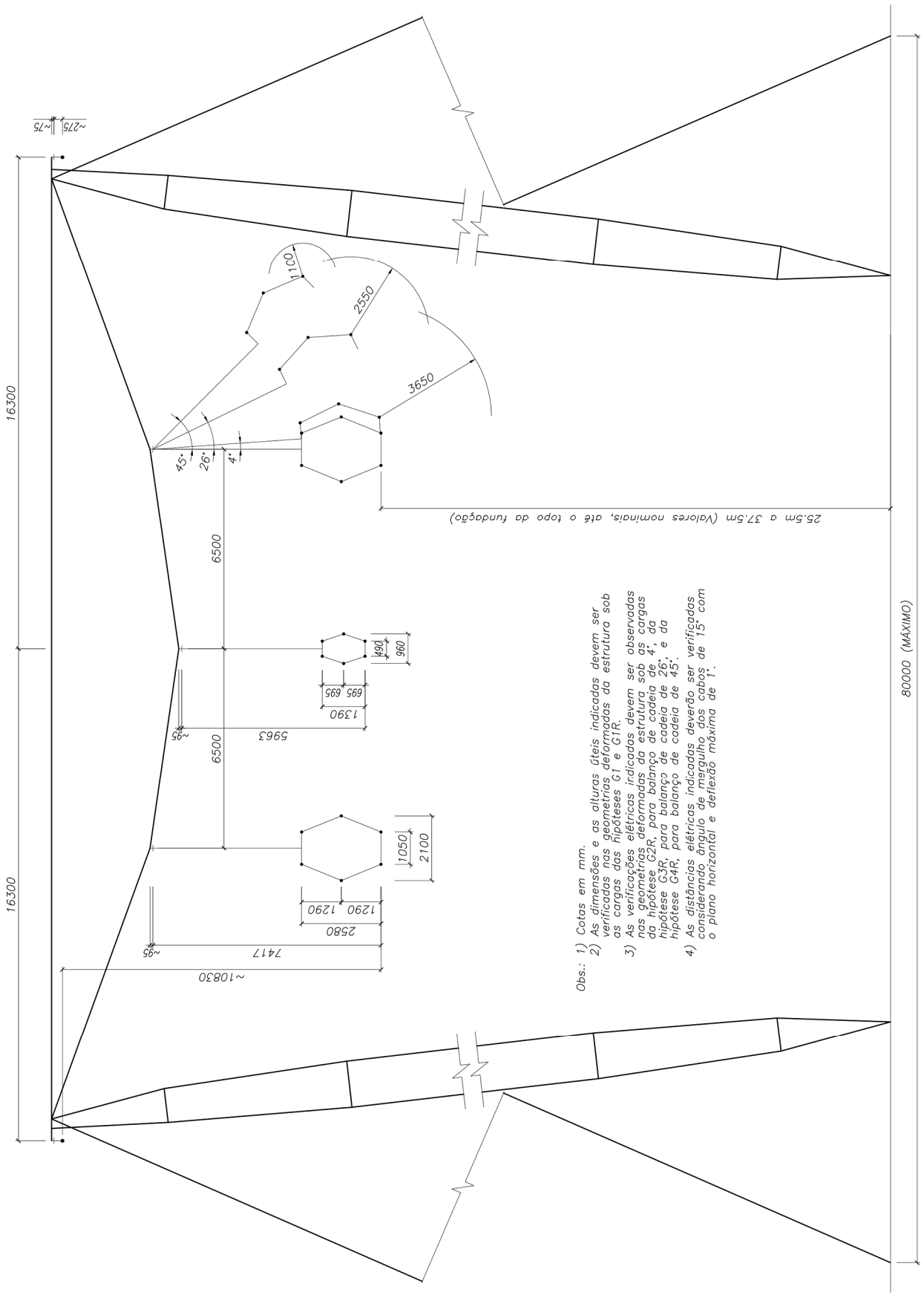
4.7 Todas as estruturas, exceto as que possuam cabo cross-rope, devem ser projetadas com furações adequadamente posicionadas de modo a permitir pontos auxiliares de fixação para a execução segura das operações de montagem, de lançamento e grampeamento de cabos e de manutenção.

4.8 As silhuetas típicas que compõem a série de estruturas são apresentadas a seguir:

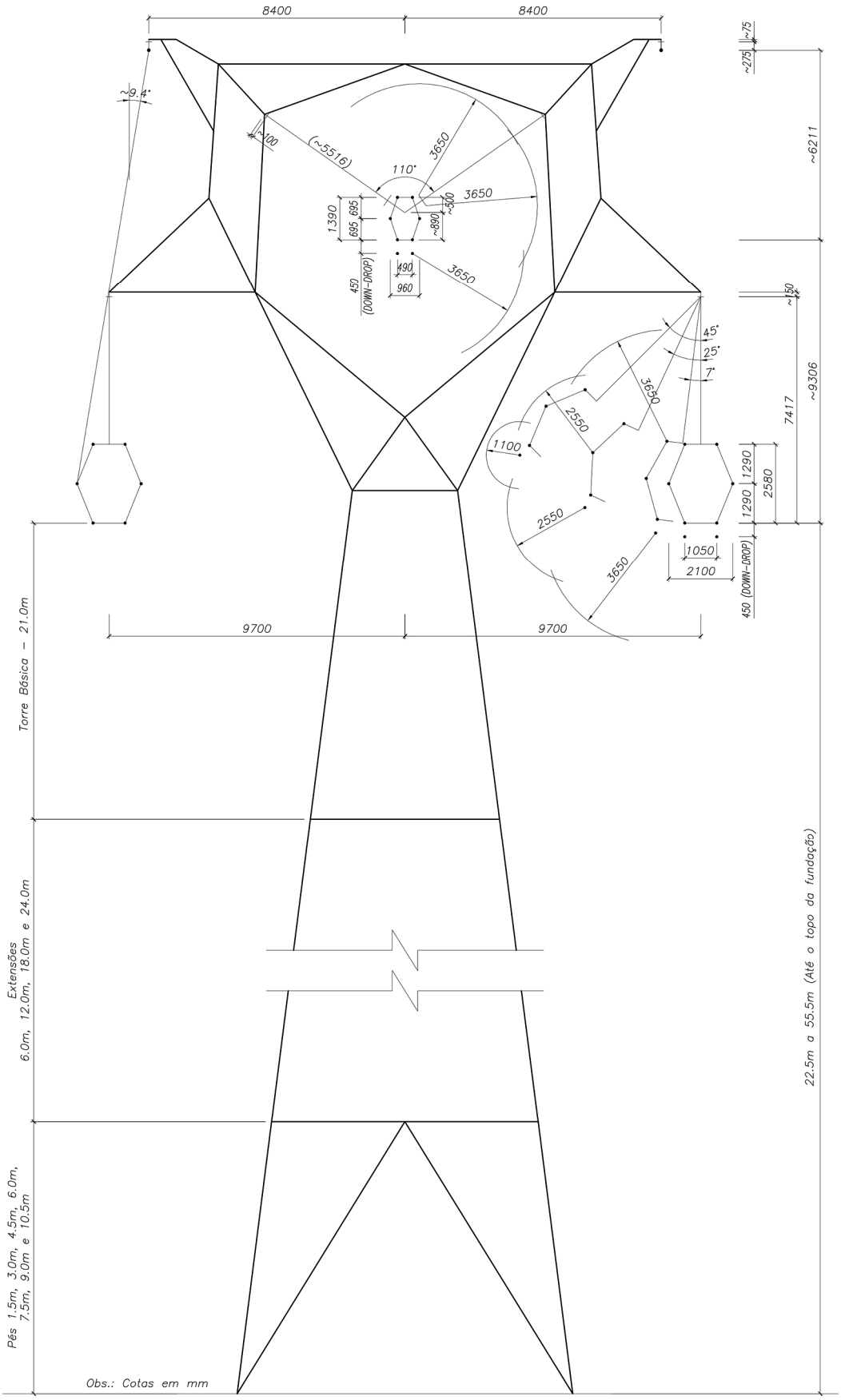
4.8.1 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO I52CR



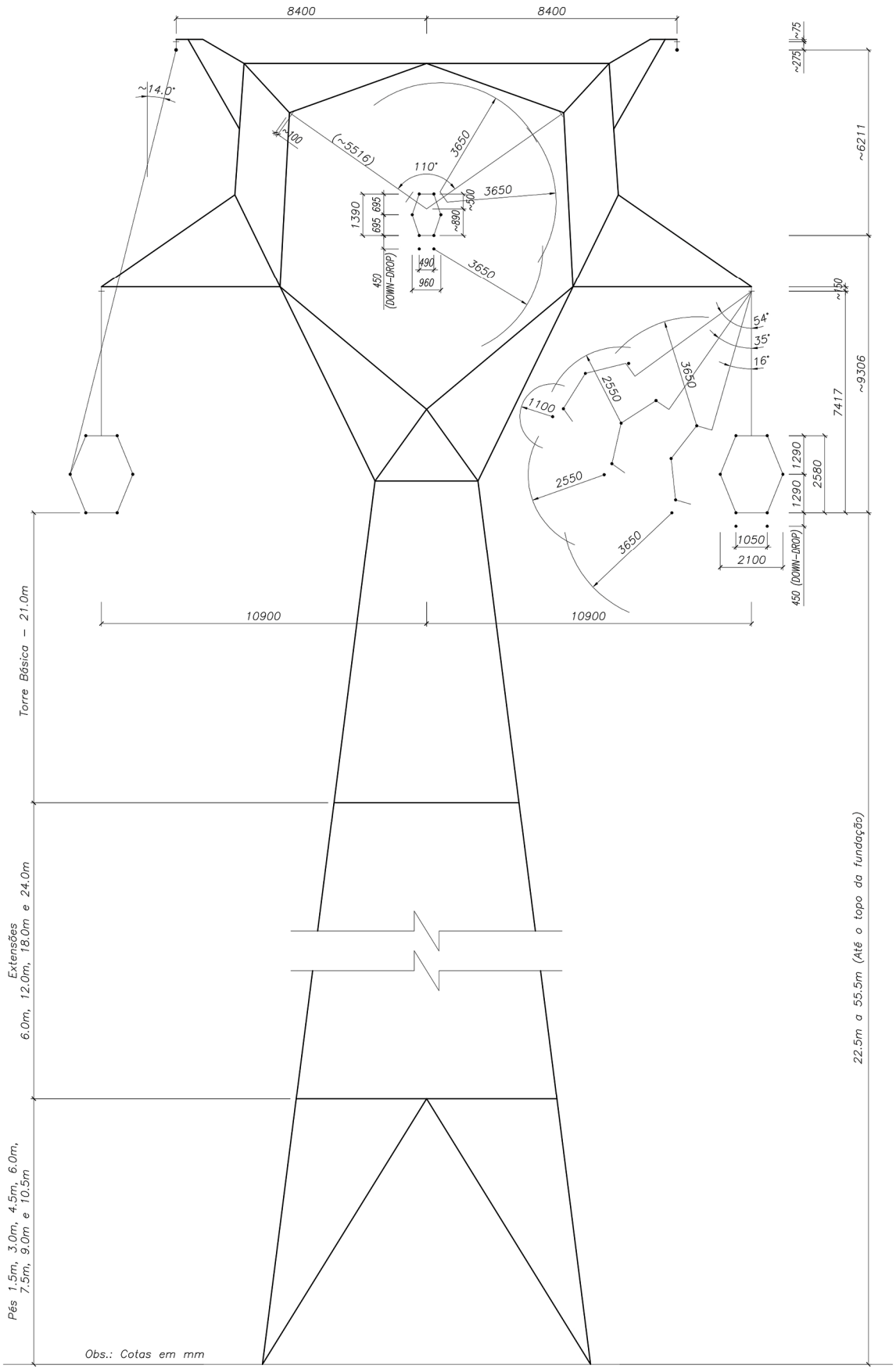
4.8.2 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO I52CRB



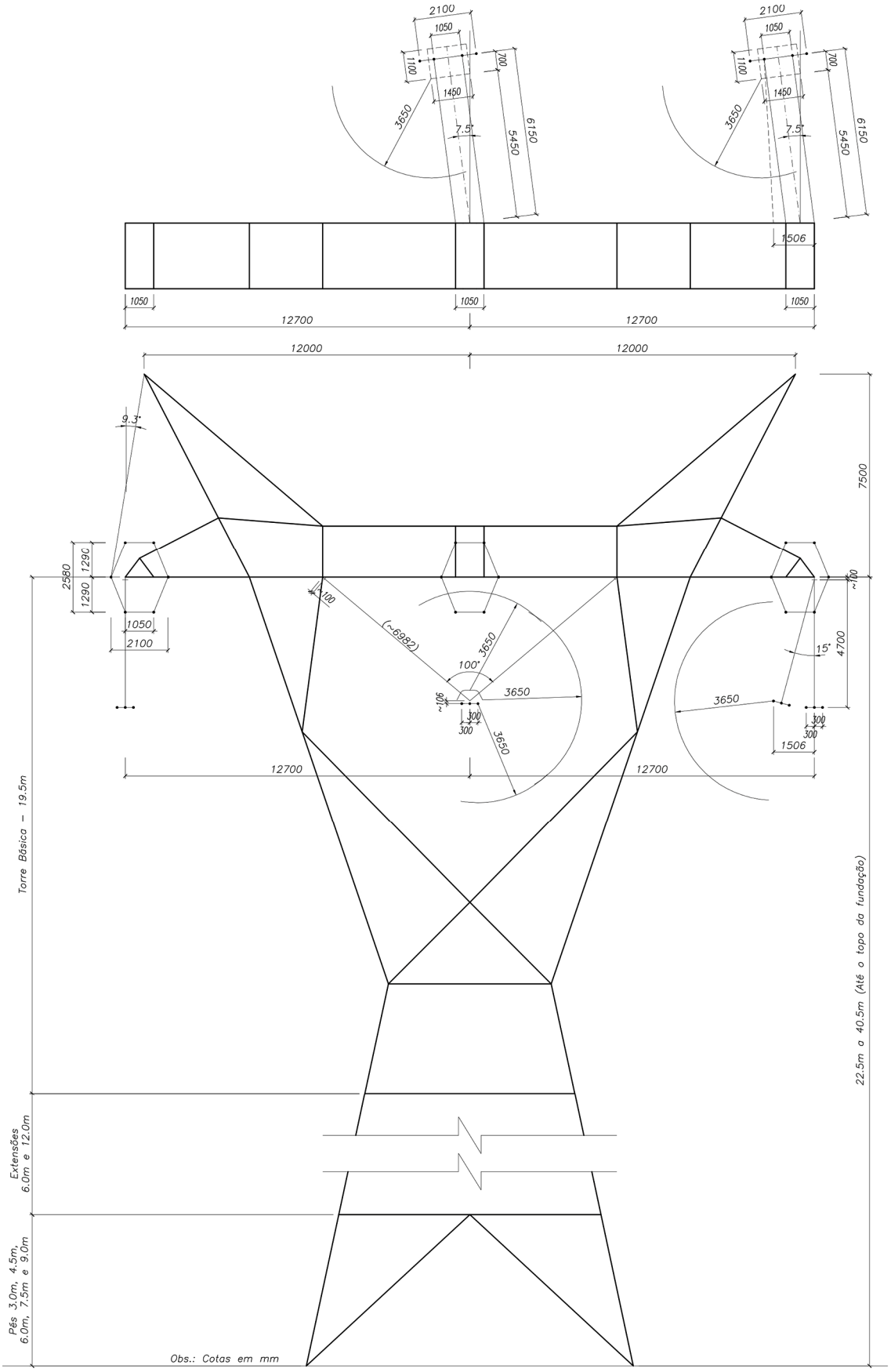
4.8.3 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO I52SL



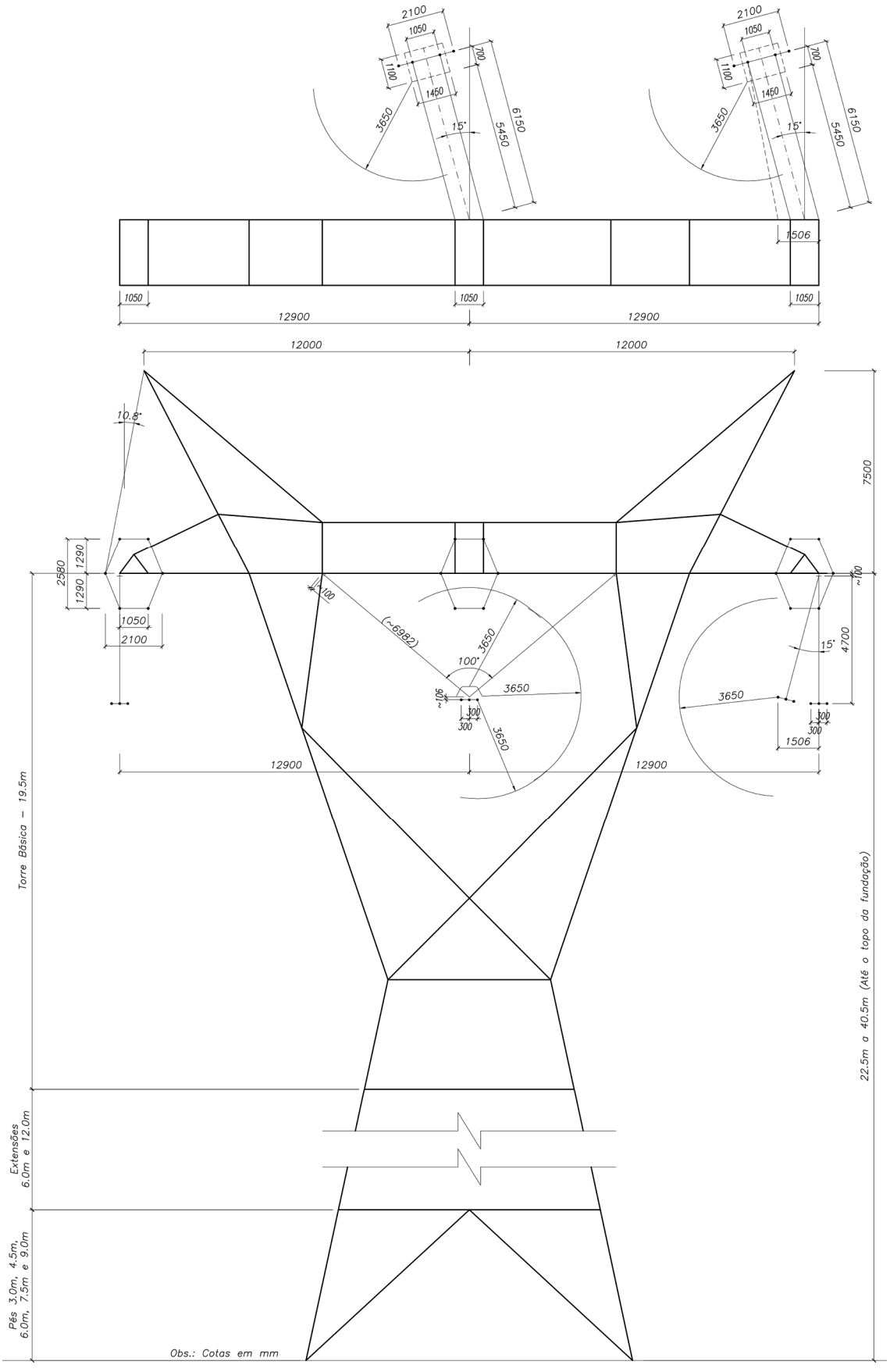
4.8.4 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO I52SP



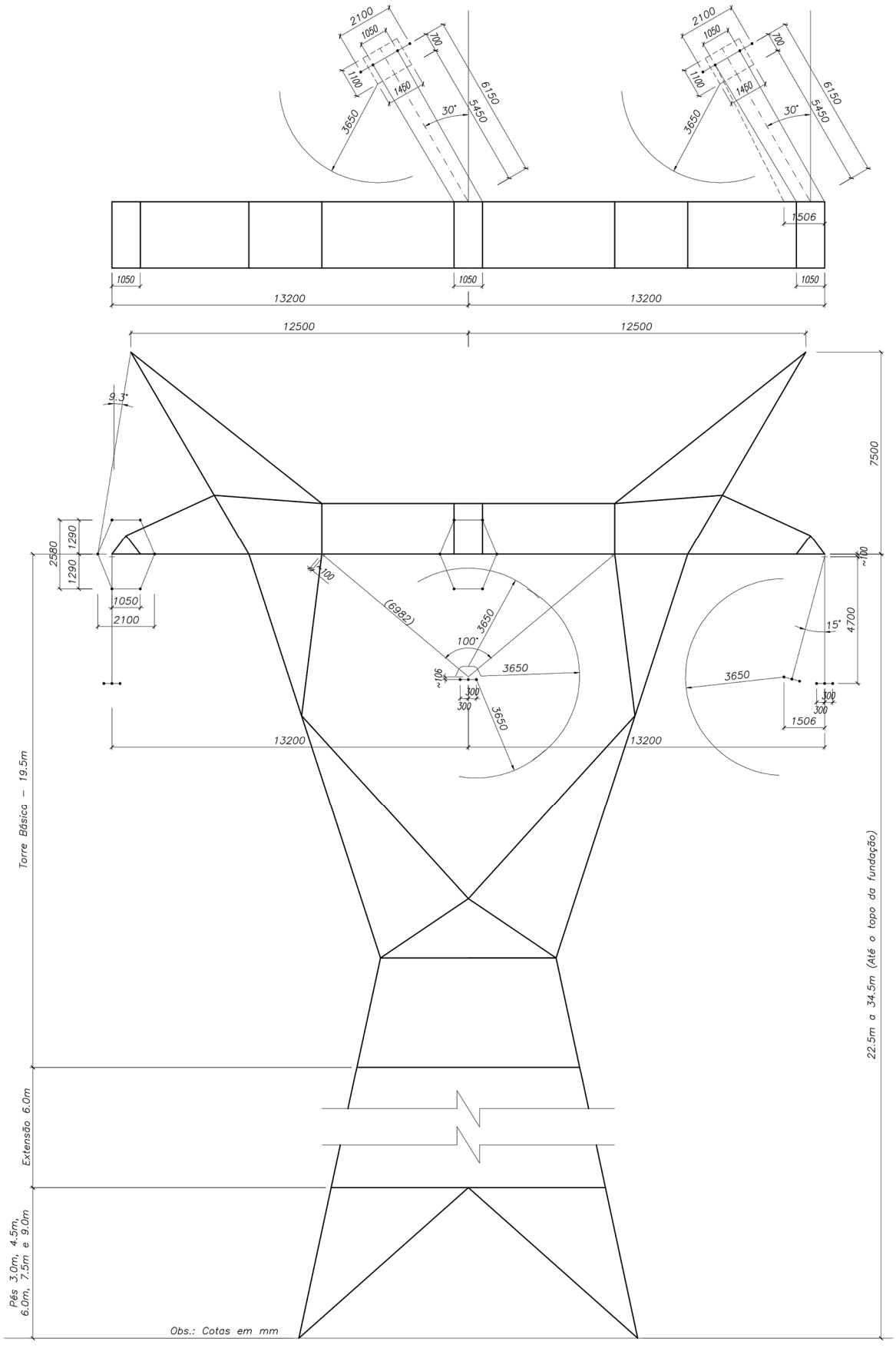
4.8.5 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA TIPO I52A1



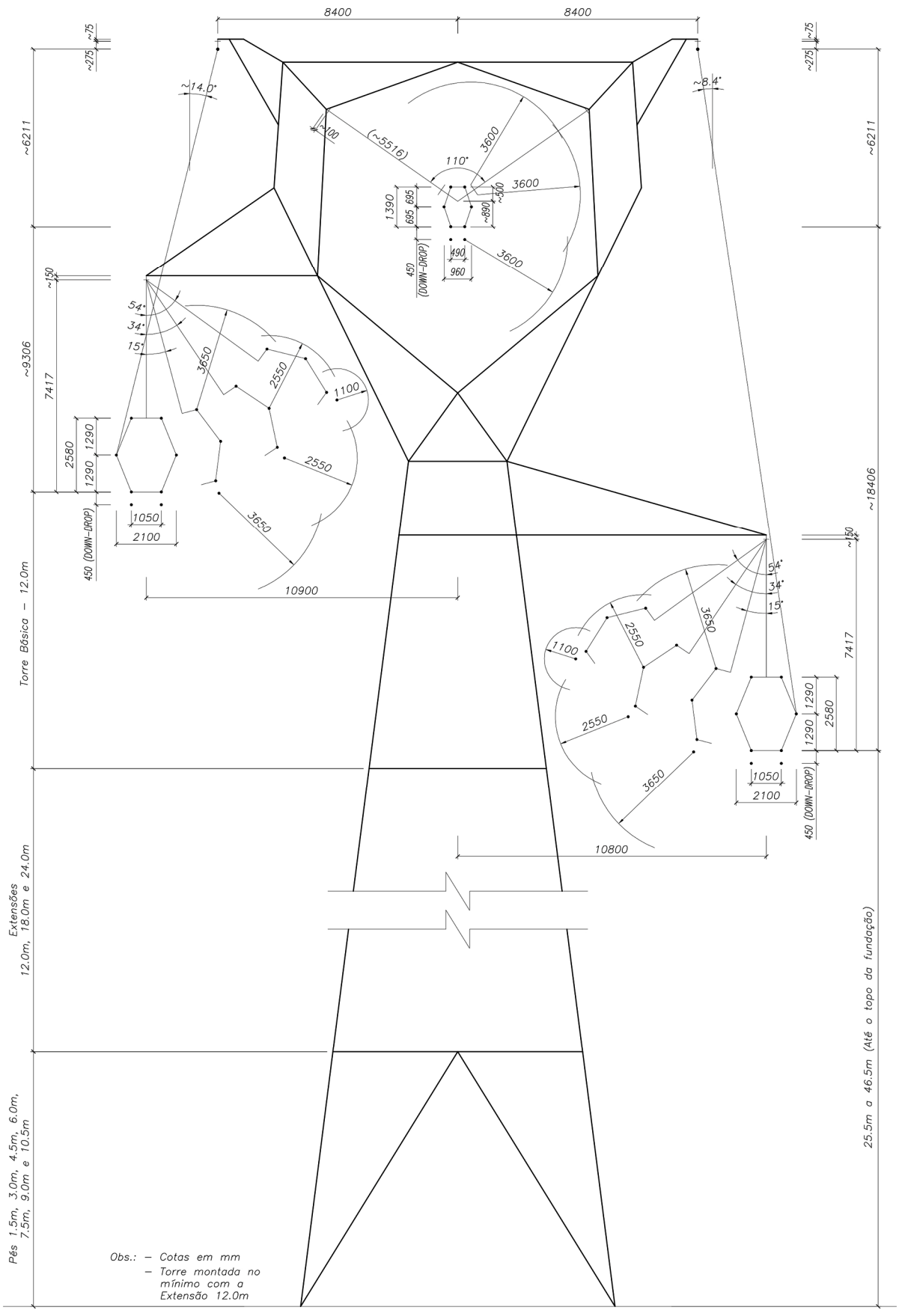
4.8.6 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA TIPO I52A2



4.8.7 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA e ANCORAGEM FIM DE LINHA TIPO I52AT



4.8.8 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO PARA TRANSPOSIÇÃO TIPO I52TR



5 HIPÓTESES DE CARGA

5.1 ESTRUTURAS DE SUSPENSÃO TIPOS I52CR e I52CRB

5.1.1 HIPÓTESES PARA VERIFICAÇÕES ELÉTRICAS E DE GEOMETRIA

HIP.	DESCRIÇÃO
G1	EDS – ALINHAMENTO Somente cargas verticais normais devidas ao peso de cabos, cadeias de isoladores e estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo). Nota: A geometria deformada obtida com esta hipótese de carga deverá ser utilizada para o cálculo dos parâmetros elétricos associados à estrutura.
G2	EDS – DEFLEXÃO MÁXIMA Igual à anterior, mas também com as cargas transversais devidas à deflexão máxima da estrutura, considerando-se todos os cabos com tração EDS. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo). Nota: A geometria deformada obtida com esta hipótese de carga deverá ser utilizada para as verificações elétricas associadas a descargas atmosféricas**.**
G3	VENTO TRANSVERSAL PARA T = 2 ANOS Cargas decorrentes da ação do vento para T = 2 anos, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo). Nota: A geometria deformada obtida com esta hipótese de carga deverá ser utilizada para as verificações elétricas associadas a surtos de manobra**.**
G4	VENTO TRANSVERSAL PARA T = 50 ANOS Cargas decorrentes da ação do vento para T = 50 anos, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo). Nota: A geometria deformada obtida com esta hipótese de carga deverá ser utilizada para as verificações elétricas associadas à frequência industrial**.**

5.1.2 HIPÓTESES PARA DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

HIP.	**DESCRIÇÃO**
1	VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
2	VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
3	VENTO MÁXIMO ATUANDO A 45° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

3-60 VENTO MÁXIMO ATUANDO A 60°
Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 60° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

3-75 VENTO MÁXIMO ATUANDO A 75°
Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 75° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

4 RUPTURA DE 1 FASE QUALQUER
Carga longitudinal correspondente a 70% da tração EDS atuando em qualquer uma das fases; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

5 RUPTURA DE 1 PÁRA-RAIOS QUALQUER
Carga longitudinal correspondente a 125% da tração EDS atuando em qualquer um dos pára-raios; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

6 CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO
Cargas de construção/manutenção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, com apenas um dos cabos em lançamento e os demais já lançados; peso próprio da estrutura; sem vento.
A carga vertical máxima deverá ser determinada considerando-se carga vertical proveniente de cabo ancorado ao solo, com ângulo de 70° e tração de 125% da tração EDS.

7 VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

8 VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

9 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 45°
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

9-60 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 60°
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 60° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

9-75 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 75°
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 75° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

10 CONTENÇÃO CASCATA

Cargas longitudinais nos pára-raios correspondentes a 50% das trações EDS e cargas longitudinais nas fases correspondentes a 25% das trações EDS atuando simultaneamente em todos os cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

11 GRAMPEAMENTO

Cargas de grampeamento atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento.

Considerar tração atuante nos cabos igual a 125% da tração EDS, peso de homens e ferramentas em cada pára-raios e em cada fase e sustentação de cabo com ângulo máximo de 15° em relação à vertical.

5.2 ESTRUTURAS DE SUSPENSÃO TIPOS I52SL, I52SP e I52TR

HIP.	DESCRIÇÃO
1	VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
2	VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
3	VENTO MÁXIMO ATUANDO A 45° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
3-60	VENTO MÁXIMO ATUANDO A 60° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 60° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
3-75	VENTO MÁXIMO ATUANDO A 75° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 75° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
4	RUPTURA DE 1 FASE QUALQUER Carga longitudinal correspondente a 70% da tração EDS atuando em qualquer uma das fases; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

5 RUPTURA DE 1 PÁRA-RAIOS QUALQUER

Carga longitudinal correspondente a 125% da tração EDS atuando em qualquer um dos pára-raios; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

6 CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO

Cargas de construção/manutenção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento.

A carga vertical máxima deverá ser determinada considerando-se carga vertical proveniente de cabo ancorado ao solo, com ângulo de 70° e tração de 125% da tração EDS.

7 VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

8 VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

9 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 45°

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

9-60 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 60°

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 60° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

9-75 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 75°

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 75° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

10 CONTENÇÃO CASCATA

Cargas longitudinais nos pára-raios correspondentes a 60% (I52SL) 70% (I52SP e I52TR) das trações EDS e cargas longitudinais nas fases correspondentes a 30% (I52SL) e 40% (I52SP e I52TR) das trações EDS atuando simultaneamente em todos os cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

11	GRAMPEAMENTO Cargas de grampeamento atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento. Considerar tração atuante nos cabos igual a 125% da tração EDS, peso de homens e ferramentas em cada pára-raios e em cada fase e sustentação de cabo com ângulo máximo de 15° em relação à vertical. As cargas de grampeamento devem ser consideradas como aplicadas nos pontos auxiliares de fixação previstos para a execução das operações de grampeamento de cabos, da forma localmente mais desequilibrada possível.

5.3 ESTRUTURAS DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA TIPOS I52A1, I52A2 e I52AT

HIP.	DESCRIÇÃO
1	VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração máxima nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
2	VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração máxima nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
3	VENTO MÁXIMO ATUANDO A 45° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração máxima nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
4	RUPTURA DE 1 FASE QUALQUER Carga longitudinal correspondente a 150% da tração EDS atuando em qualquer uma das fases; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
5	RUPTURA DE 1 PÁRA-RAIOS QUALQUER Carga longitudinal correspondente a 150% da tração EDS atuando em qualquer um dos pára-raios; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
6	CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO Cargas de construção/manutenção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento. A carga vertical máxima deverá ser determinada considerando-se carga vertical proveniente de cabo ancorado ao solo, com ângulo de 70° e tração de 125% da tração EDS.

7	VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração com vento reduzido nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
8	VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração com vento reduzido nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
9	VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 45° Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração com vento reduzido nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
10	CONTENÇÃO CASCATA Cargas longitudinais correspondentes a 100% das trações EDS atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de fases e pára-raios; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

5.4 ESTRUTURA DE ANCORAGEM FIM DE LINHA TIPO I52AT

HIP.	DESCRIÇÃO
1T	VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
2T	VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
3T	VENTO MÁXIMO ATUANDO A 45° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
4T	RUPTURA DE 1 FASE QUALQUER Carga longitudinal nula na fase rompida e cargas longitudinais correspondentes a 150% da tração EDS atuando simultaneamente em todos os demais cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

5T RUPTURA DE 1 PÁRA-RAIOS QUALQUER

Carga longitudinal nula no pára-raios rompido e cargas longitudinais correspondentes a 150% da tração EDS atuando simultaneamente em todos os demais cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

6T CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO

Cargas de construção/manutenção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento.
A carga longitudinal máxima será igual a 125% da tração EDS.
A carga vertical máxima deverá ser determinada considerando-se carga vertical proveniente de cabo ancorado ao solo, com ângulo de 70° e tração de 125% da tração EDS.

7T VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

8T VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

9T VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 45°

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

Nota: Para as Hipóteses 1T e 6T devem ser consideradas duas condições de carregamento independentes:

- apenas vão da LT montado (Hip. 1Ta e 6Ta);
- vãos da LT e da SE montados (Hip. 1Tb e 6Tb).

Para todas as demais hipóteses, considerar uma condição de carregamento única, com as maiores cargas obtidas dentre as duas situações acima mencionadas.

5.5 FATORES DE SOBRECARGA

5.5.1 As cargas atuantes em cada uma das hipóteses de carga indicadas nos itens anteriores devem ser majoradas pelos seguintes fatores de sobrecarga:

Hipótese	Fator de Sobrecarga
Hipóteses para Verificações Elétricas e de Geometria:	
- Todas as cargas:	1.00
Vento Máximo, Vento de Alta Intensidade, Ruptura de Cabo e Contenção Cascata:	
- Cargas Transversais:	1.00
- Cargas Longitudinais:	1.00
- Cargas Verticais normais (inclusive peso próprio da estrutura):	1.15
- Cargas Verticais reduzidas (inclusive peso próprio da estrutura):	0.87 (*)
Construção/Manutenção:	
- Cargas Transversais (cabos em lançamento/lançados):	1.50/1.15
- Cargas Longitudinais (cabos em lançamento/lançados):	1.50/1.15
- Cargas Verticais (cabos em lançamento/lançados):	1.50/1.15
- Cargas Verticais (peso próprio das estruturas autoportante/cross-rope):	1.50/1.15
- Cargas Verticais reduzidas (inclusive peso próprio das estruturas autoportante/cross-rope):	0.67/0.87 (**)
Grampeamento:	
- Cargas Transversais:	1.50
- Cargas Longitudinais:	1.50
- Cargas Verticais (inclusive peso próprio da estrutura):	1.50
- Cargas Verticais reduzidas (inclusive peso próprio da estrutura):	0.67 (**)
(*) Cargas verticais reduzidas de arrancamento (vão gravante negativo):	1.15
(**) Cargas verticais reduzidas de arrancamento (vão gravante negativo):	1.50

5.6 ÁRVORES DE CARGAS

5.6.1 Todas as cargas indicadas nas árvores de carga estão em kgf e já incluem os fatores de sobrecarga indicados no item 5.5.

5.6.2 As cargas atuantes nas fases e nos pára-raios devem ser aplicadas nos pontos de fixação dos cabos e estão representadas, conforme a hipótese de carga, por suas projeções na vertical e nos eixos transversal e longitudinal da estrutura. Especificamente para a Hipótese 11 das torres I52SL, I52SP e I52TR, as cargas indicadas nas árvores de carga devem ser aplicadas nos pontos auxiliares de fixação previstos para execução das operações de grampeamento.

5.6.3 As cargas devidas ao vento máximo (FVM) e ao vento de alta intensidade (FVI) na estrutura atuam na direção do vento e devem ser aplicadas no centro de gravidade de cada um dos painéis em que a estrutura for subdividida.

5.6.4 O comprimento máximo de cada painel para efeito de cálculo das cargas de vento na estrutura não deve ultrapassar 10.0m.

5.6.5 Independente da direção mostrada nas árvores de carga, o vento sobre a estrutura e as cargas transversais devem ser aplicadas na direção mais desfavorável no que se refere ao dimensionamento das barras e ligações.

5.6.6 As cargas entre parêntesis referem-se às cargas verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo) e PP indica o peso próprio da estrutura.

5.6.7 Considerar a seguinte distribuição de cargas por face nas estruturas de ancoragem meio de linha (I52A1, I52A2 e I52AT):

- Cargas transversais e verticais: 70% na face anterior e 30% na face posterior

- Cargas longitudinais: 100% na face anterior

5.6.8 Considerar a seguinte distribuição de cargas por face na estrutura de ancoragem fim de linha (I52AT):

- Cargas verticais:
  - Hipóteses 1Ta e 6Ta: 100% lado LT
  - Demais hipóteses: 70% lado LT e 30% lado SE
- Cargas longitudinais: 100% lado LT
- Cargas transversais:

HIPÓTESE	**lado LT** (%)	**lado SE** (%)
1Ta	100	0
1Tb	78	22
2T	85	15
3T	67	33
4T e 5T	85	15
6Ta	100	0
6Tb	85	15
7T	79	21
8T	85	15
9T	81	19

5.6.9 As árvores de carga apresentadas são representações esquemáticas das hipóteses de carga e algumas delas deverão ser desdobradas para a análise estrutural das torres. Os seguintes desdobramentos de hipóteses deverão ser obrigatoriamente considerados:

- Hipóteses 4 e 4T (ruptura de uma fase):
  - Ruptura da fase central;
  - Ruptura da fase da esquerda;
  - Ruptura da fase da direita.
- Hipóteses 5 e 5T (ruptura de um pára-raios):
  - Ruptura do pára-raios da esquerda;
  - Ruptura do pára-raios da direita.
- Hipótese 6 (construção/manutenção - I52CR e I52CRB):
  obs.: para esta hipótese as cargas entre parênteses referem-se a cabos já lançados, enquanto as cargas fora de parênteses referem-se a cabos em lançamento.
  - lançamento de 1 pára-raios;
  - lançamento de 1 pára-raios com o outro lançado;
  - 2 pára-raios lançados;
  - 2 pára-raios lançados e lançamento de uma fase;
  - 2 pára-raios e 1 fase lançados e lançamento de outra fase;
  - 2 pára-raios e 2 fases lançados e lançamento de outra fase;
  - 2 pára-raios e 3 fases lançados;
- Hipóteses 6 e 6T (construção/manutenção - I52SL, I52SP, I52A1, I52A2, I52AT e I52TR):
  - cargas somente no pára-raios esquerdo;
  - cargas somente no pára-raios direito;
  - cargas somente nos 2 pára-raios;
  - cargas somente nos 2 pára-raios e na fase central;
  - cargas somente nos 2 pára-raios e na fase da esquerda;
  - cargas somente nos 2 pára-raios e na fase da direita;
  - sem as cargas da fase central;

- sem as cargas da fase da esquerda;
- sem as cargas da fase da direita;
- todas as cargas aplicadas.

- Hipótese 10 (contenção de queda em cascata), somente nas torres de ancoragem I52A1, I52A2 e I52AT:
  - sem as cargas do pára-raios esquerdo e da fase da esquerda;
  - todas as cargas aplicadas.
- Hipóteses 11 (grampeamento):

  obs.: 1) Para cabos em grampeamento, considerar cargas fora de parênteses nas árvores de carga;
  2) Para cabos só lançados ou já grampeados, considerar cargas entre parênteses nas árvores de carga;
  3) Fase central em grampeamento: aplicar cargas no ponto auxiliar para içamento/grampeamento dessa fase (I52SL, I52SP e I52TR).

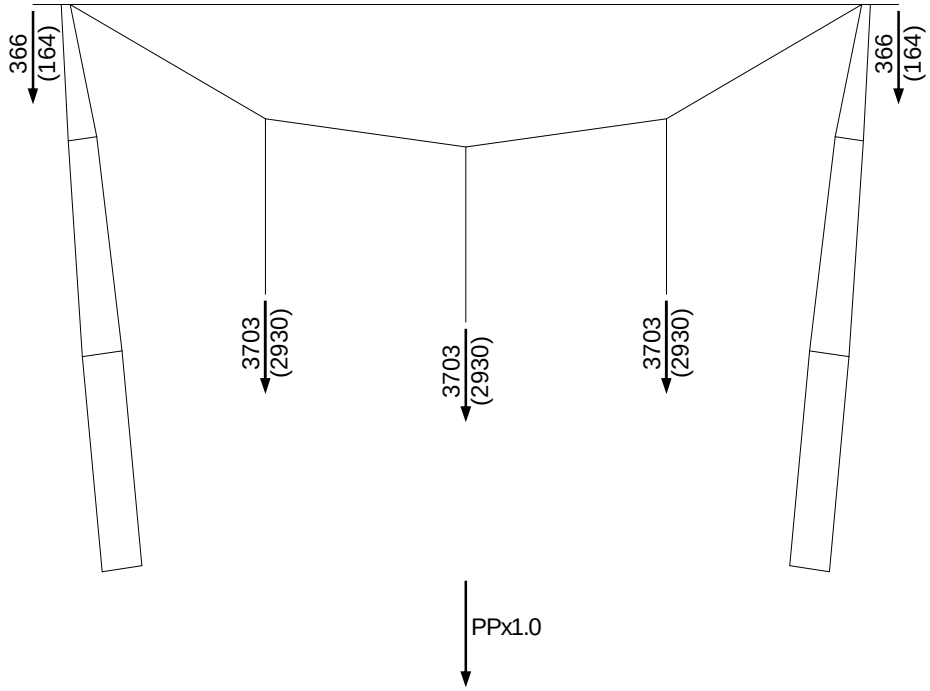
  Nos desdobramentos abaixo especificados, considerar cargas de cabos só lançados/já grampeados nos pontos onde não houver cabos em grampeamento:
  - cargas de grampeamento somente no PR esquerdo;
  - cargas de grampeamento somente no PR direito;
  - cargas de grampeamento somente nos 2 PR's;
  - cargas de grampeamento somente nos 2 PR's e na fase da esquerda;
  - cargas de grampeamento somente nos 2 PR's e na fase da direita;
  - cargas de grampeamento somente nos 2 PR's e na fase central;
  - sem as cargas de grampeamento da fase da esquerda;
  - sem as cargas de grampeamento da fase da direita;
  - sem as cargas de grampeamento da fase central;
  - todas as cargas de grampeamento aplicadas.

5.6.10 A mísula para fixação da cadeia de passagem do “jumper”, bem como as barras de fixação destas cadeias, deverão ser dimensionadas para suportar uma carga vertical de 400 kgf.

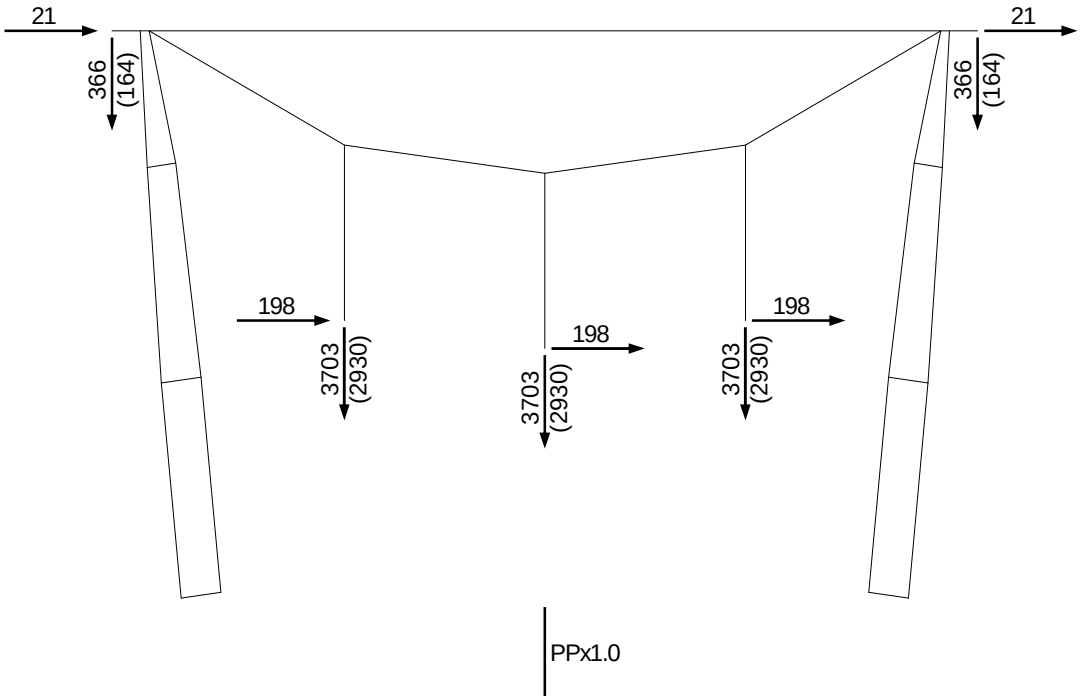
5.6.11 A seguir são apresentadas as árvores de carga para cada tipo estrutural:

5.6.11.1 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO I52CR

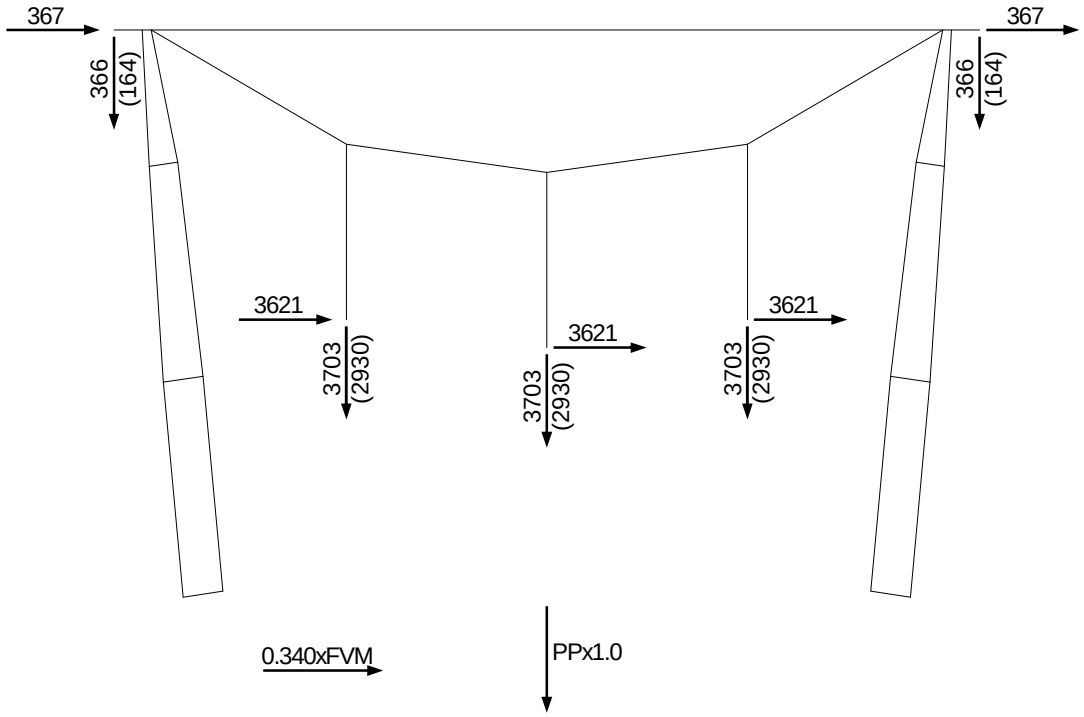
5.6.11.1.1 HIPÓTESES PARA VERIFICAÇÕES ELÉTRICAS E DE GEOMETRIA



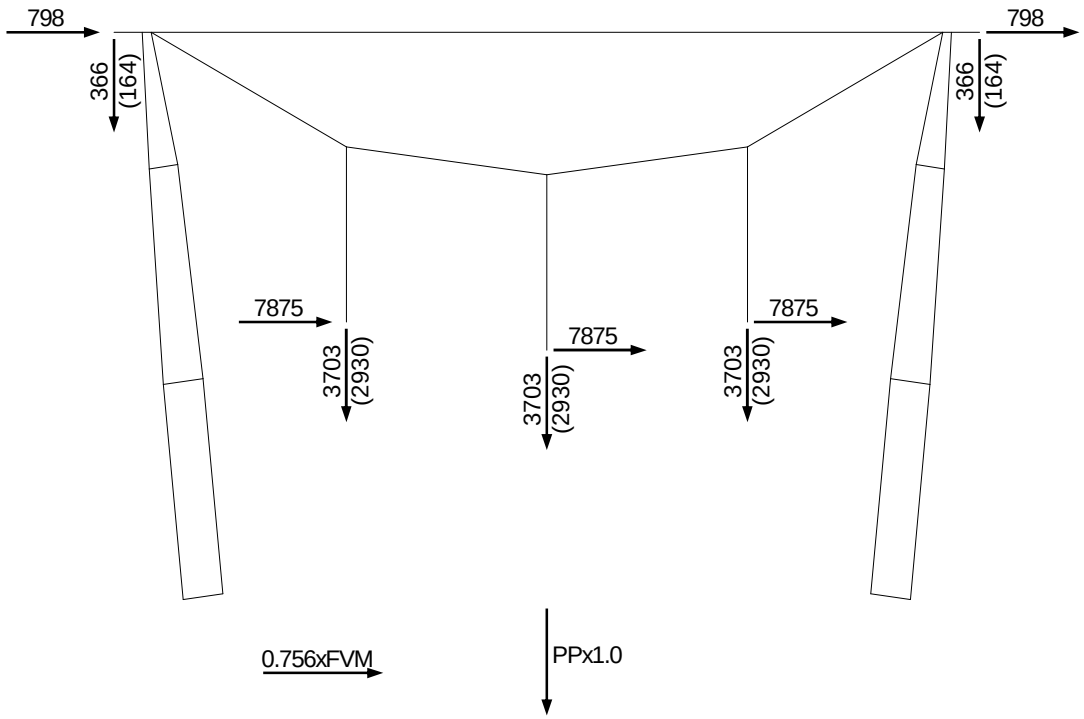
HIPÓTESE G1
(SEM VENTO)
(EDS-ALINHAMENTO)



HIPÓTESE G2
(SEM VENTO)
(EDS-ÂNGULO MÁXIMO)

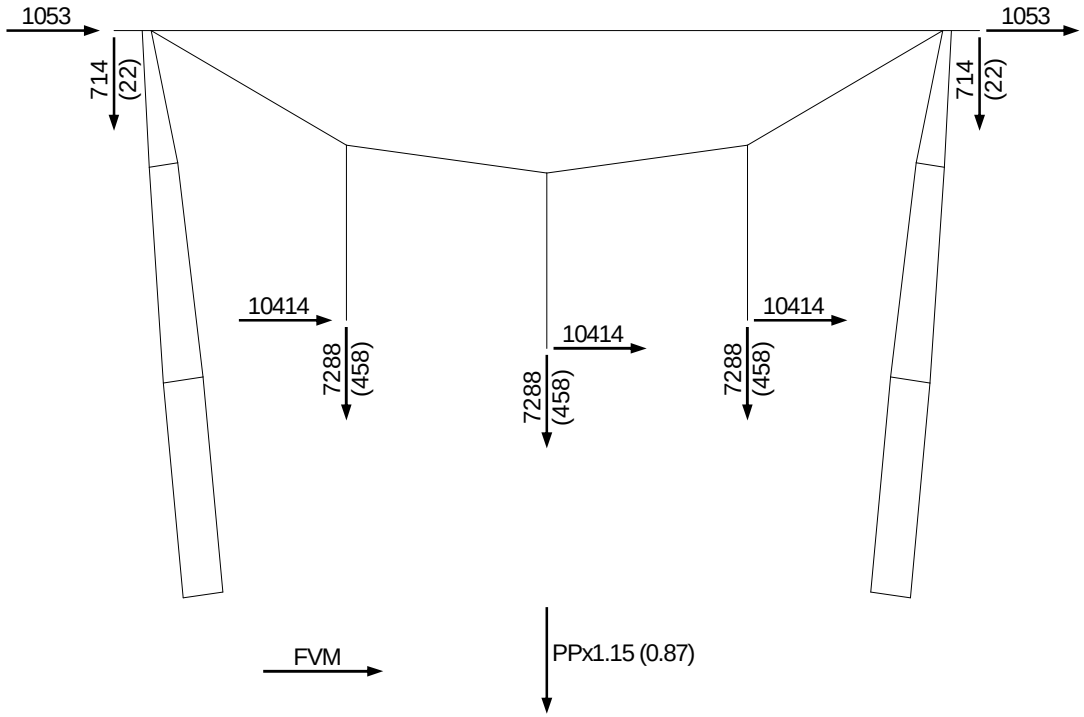


HIPÓTESE G3
(VENTO TRANSVERSAL T=2anos)
(CABOS INTACTOS)

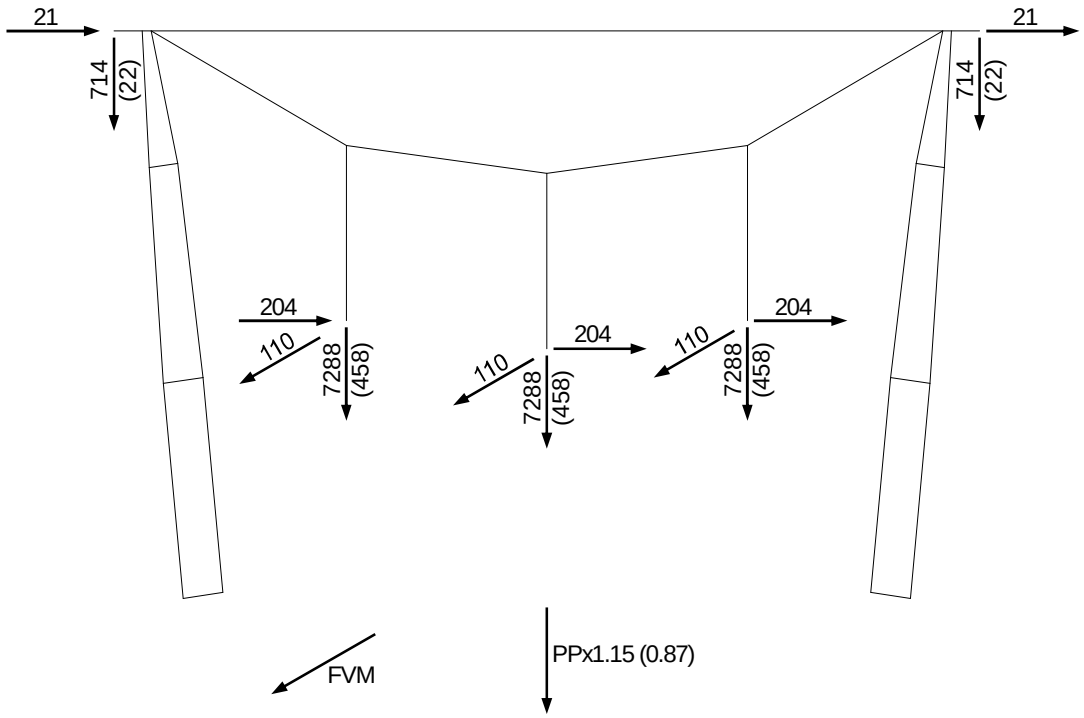


HIPÓTESE G4
(VENTO TRANSVERSAL T=50anos)
(CABOS INTACTOS)

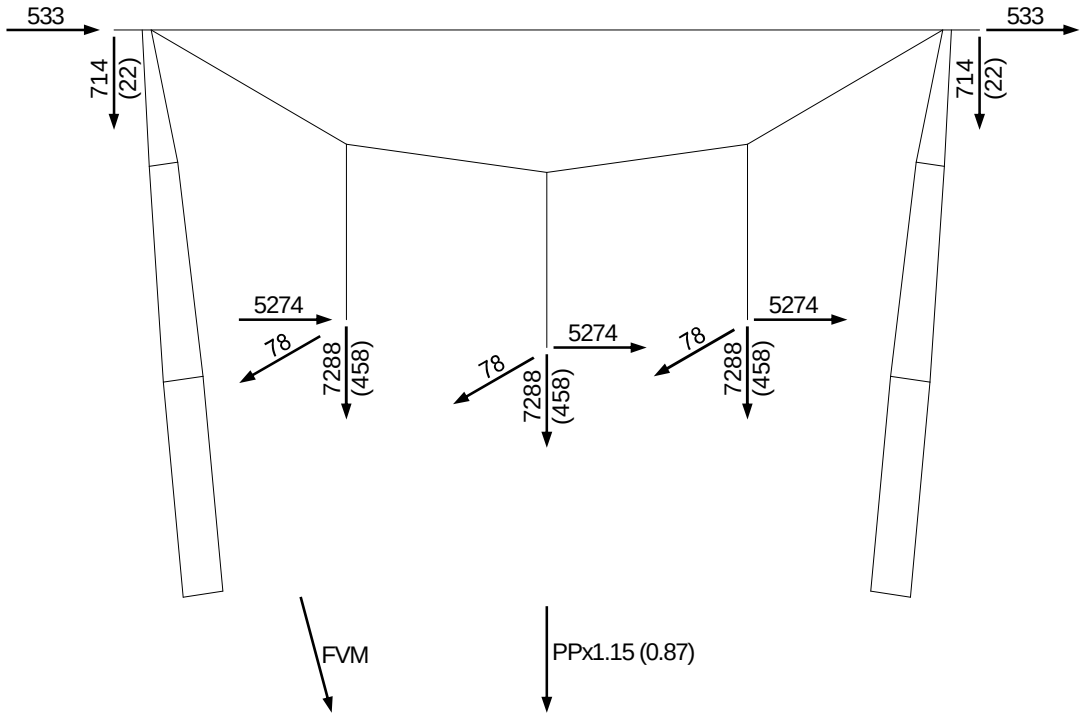
5.6.11.1.2 HIPÓTESES PARA DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL



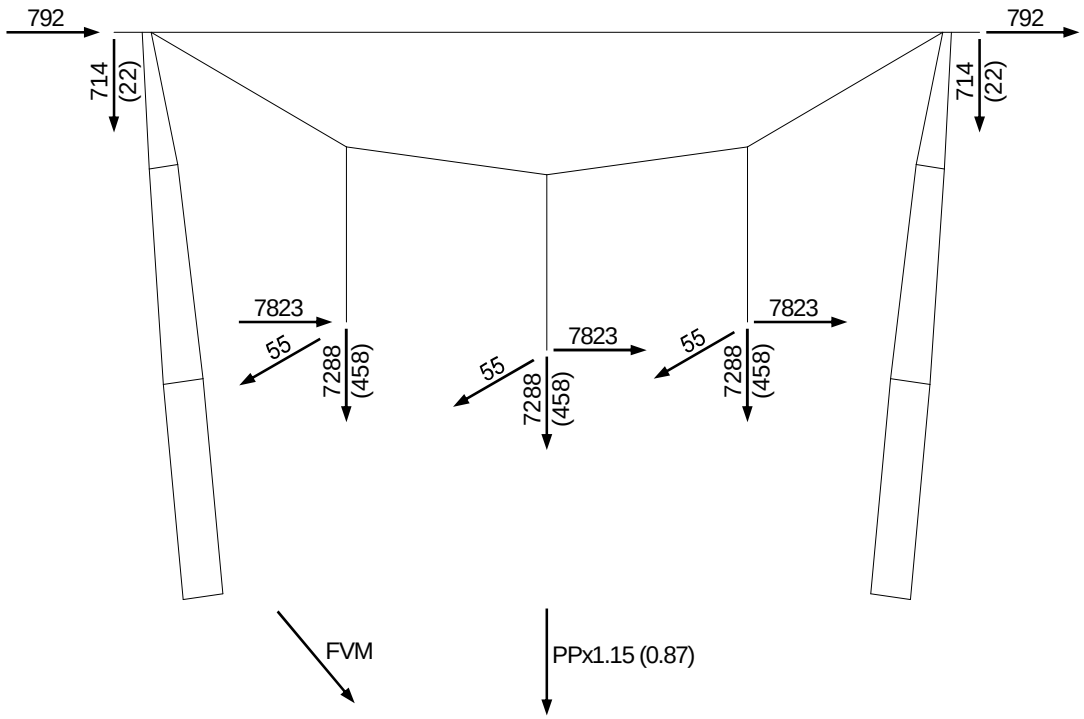
HIPÓTESE 1
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



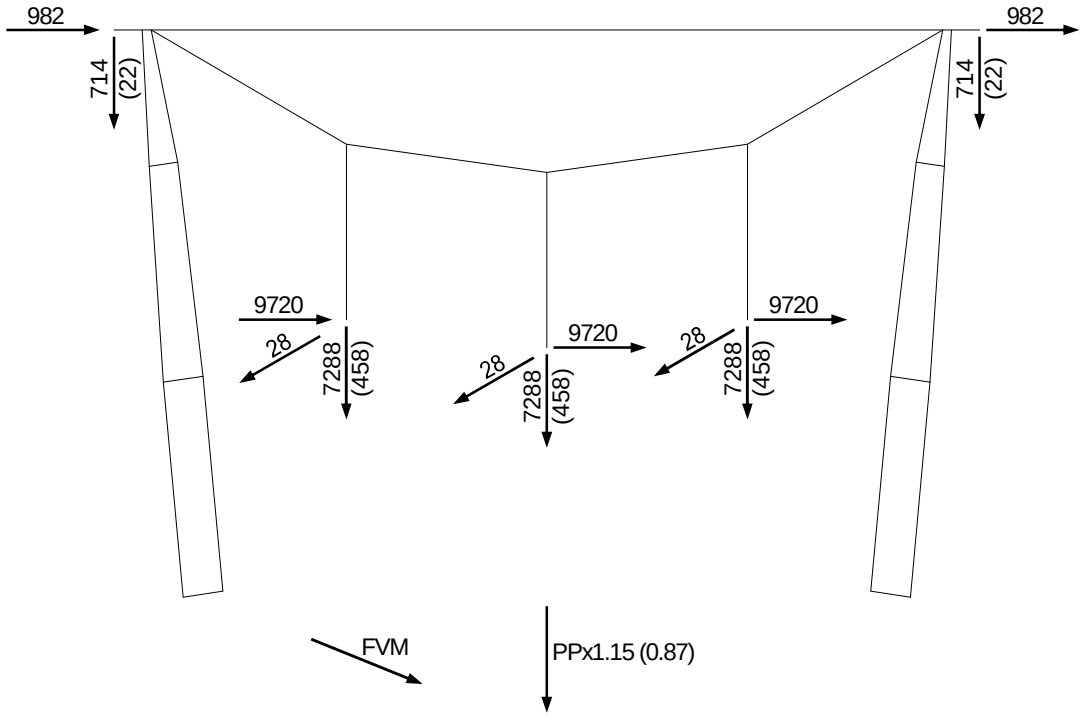
HIPÓTESE 2
(VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



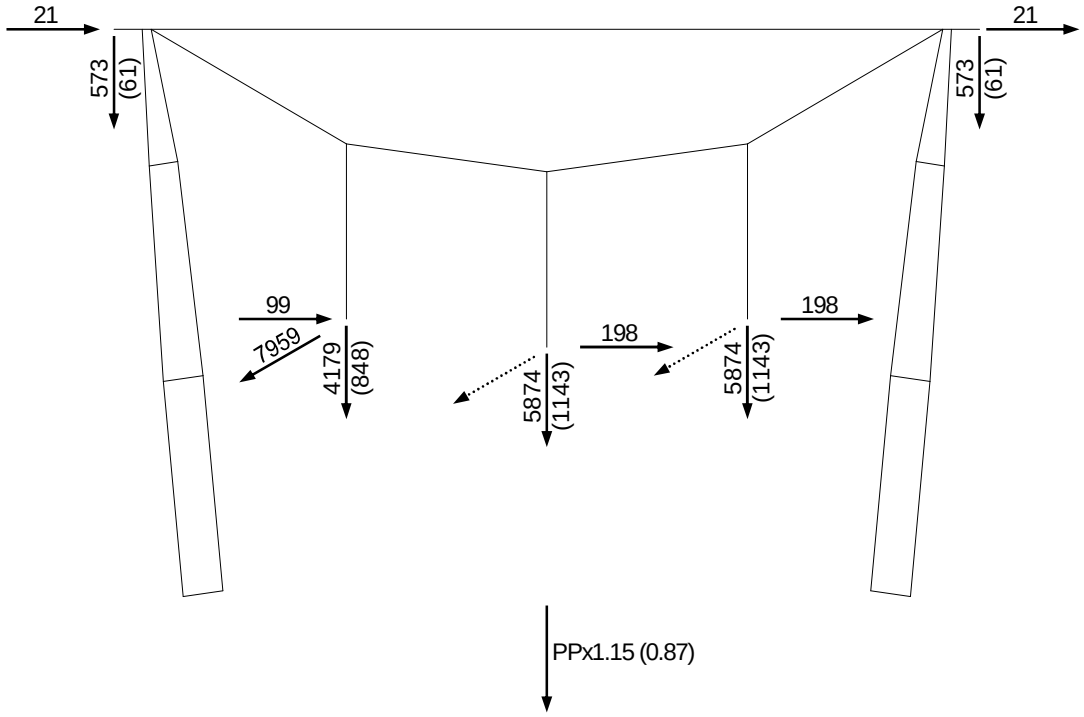
HIPÓTESE 3
(VENTO MÁXIMO A 45°)
(CABOS INTACTOS)



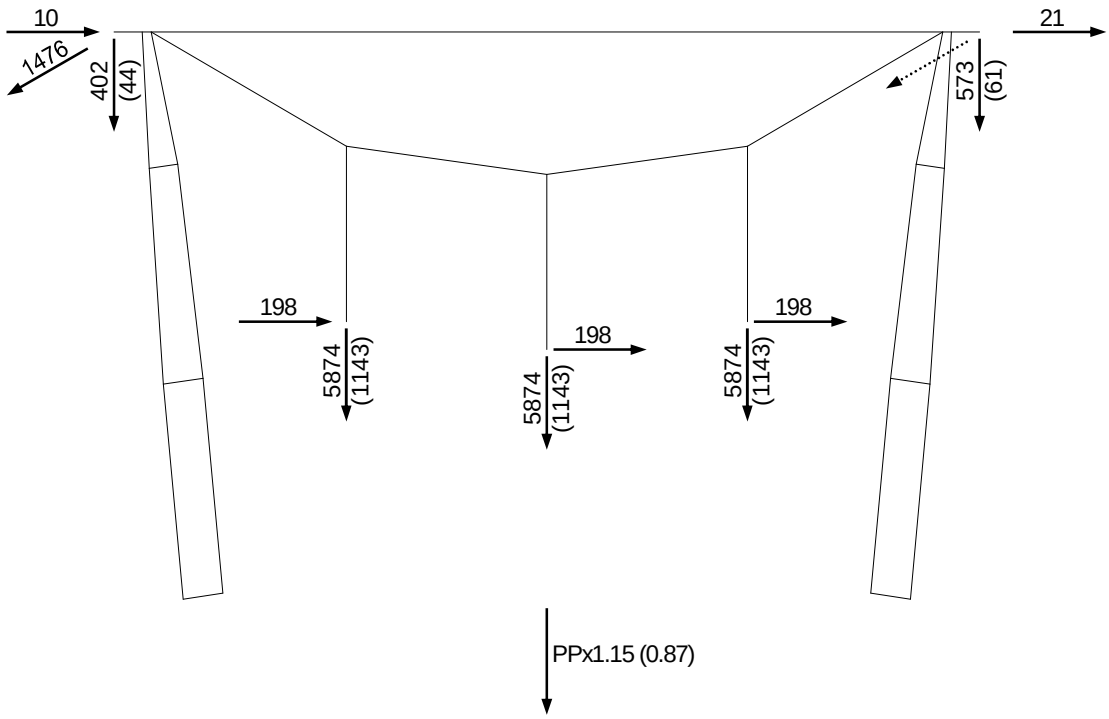
HIPÓTESE 3-60
(VENTO MÁXIMO A 60°)
(CABOS INTACTOS)



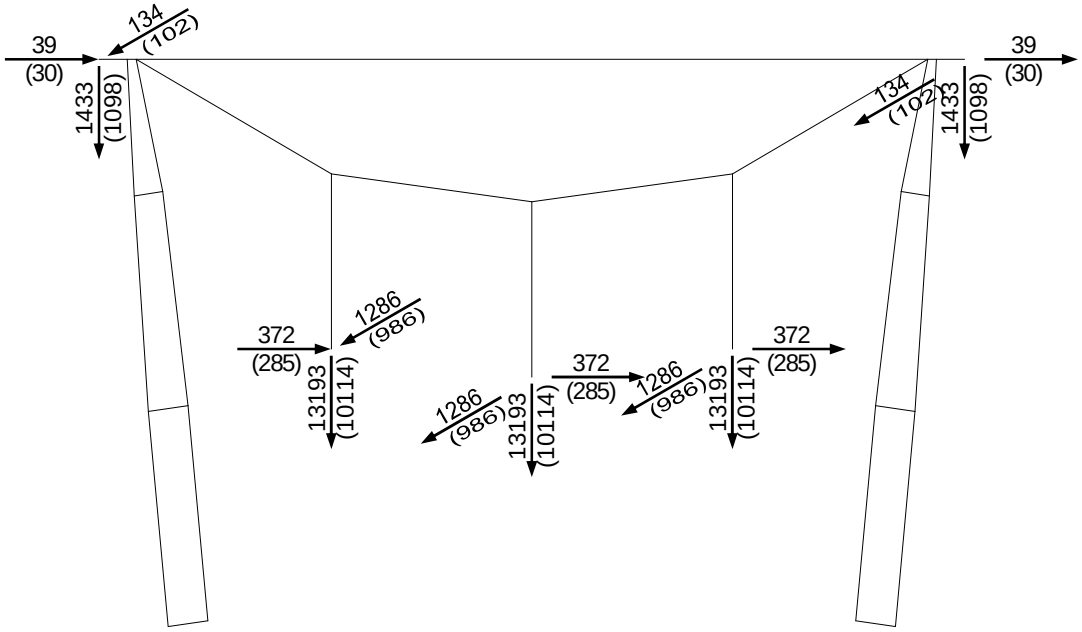
HIPÓTESE 3-75
(VENTO MÁXIMO A 75°)
(CABOS INTACTOS)



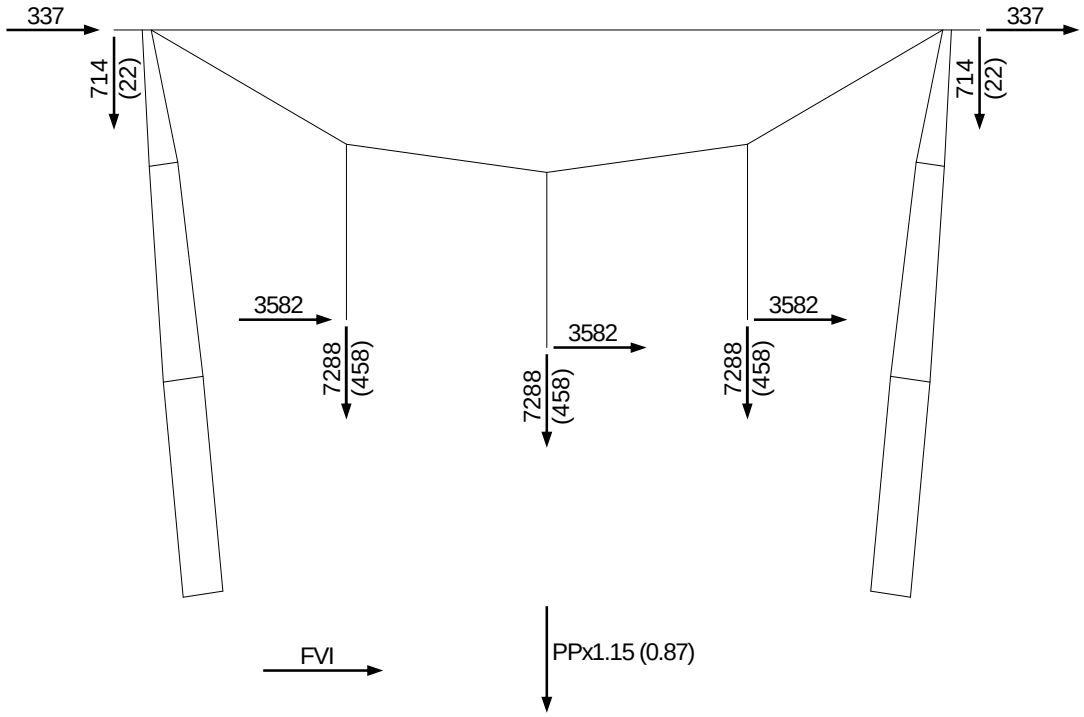
HIPÓTESE 4
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE)



HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)

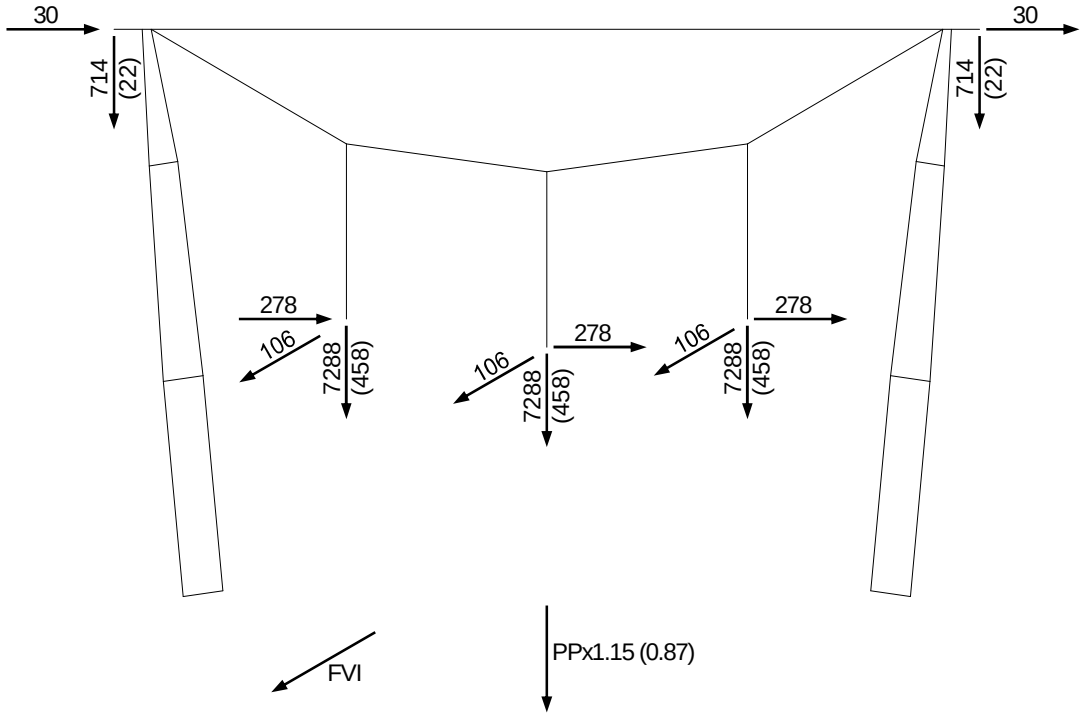


HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



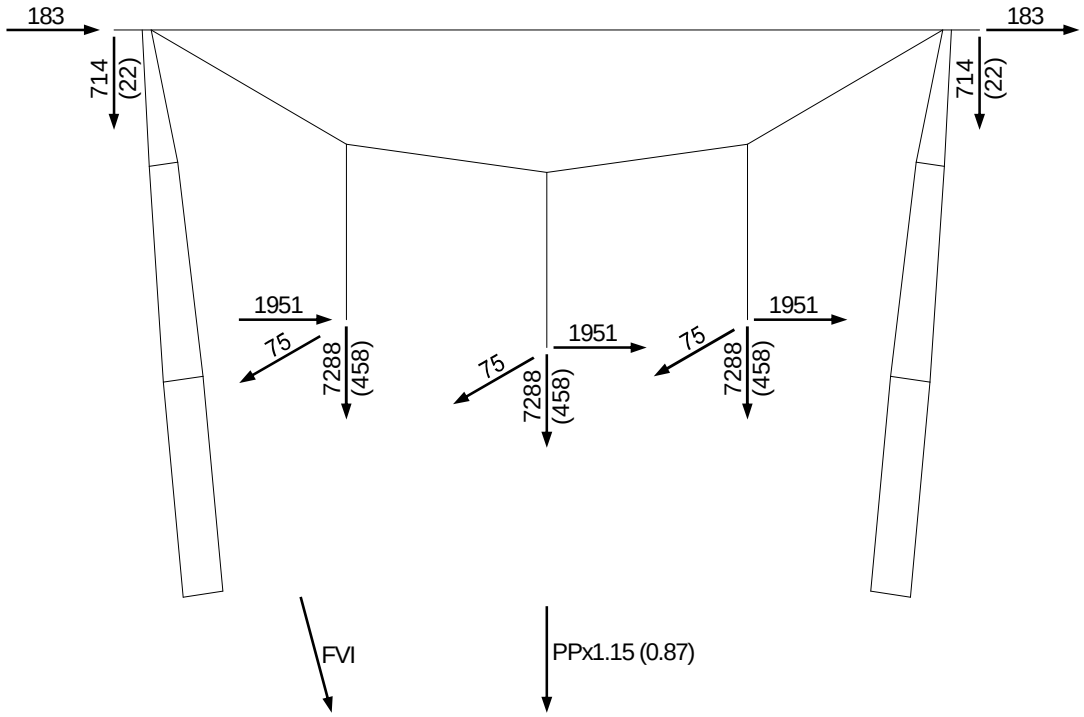
HIPÓTESE 7

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)

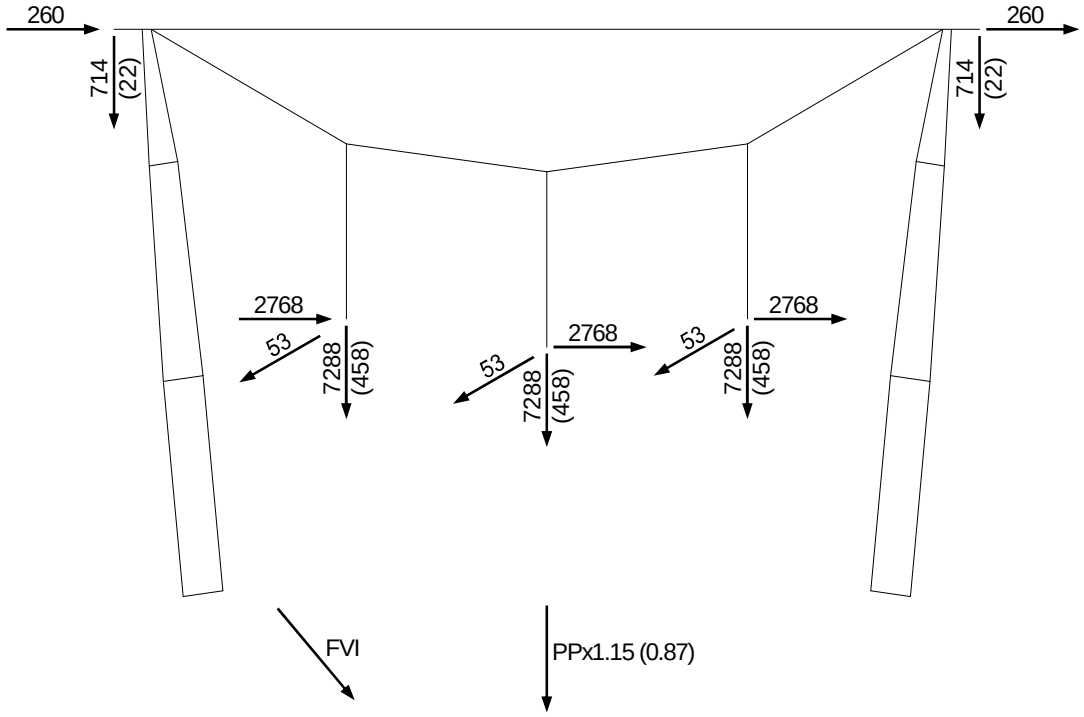


HIPÓTESE 8

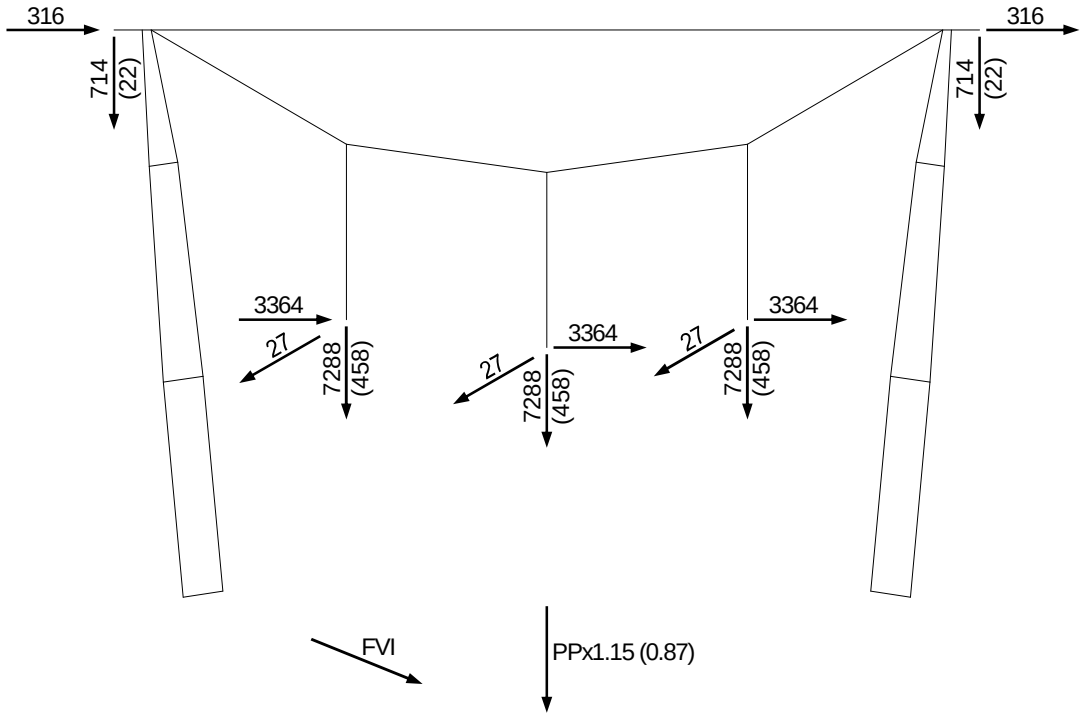
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)
(CABOS INTACTOS)



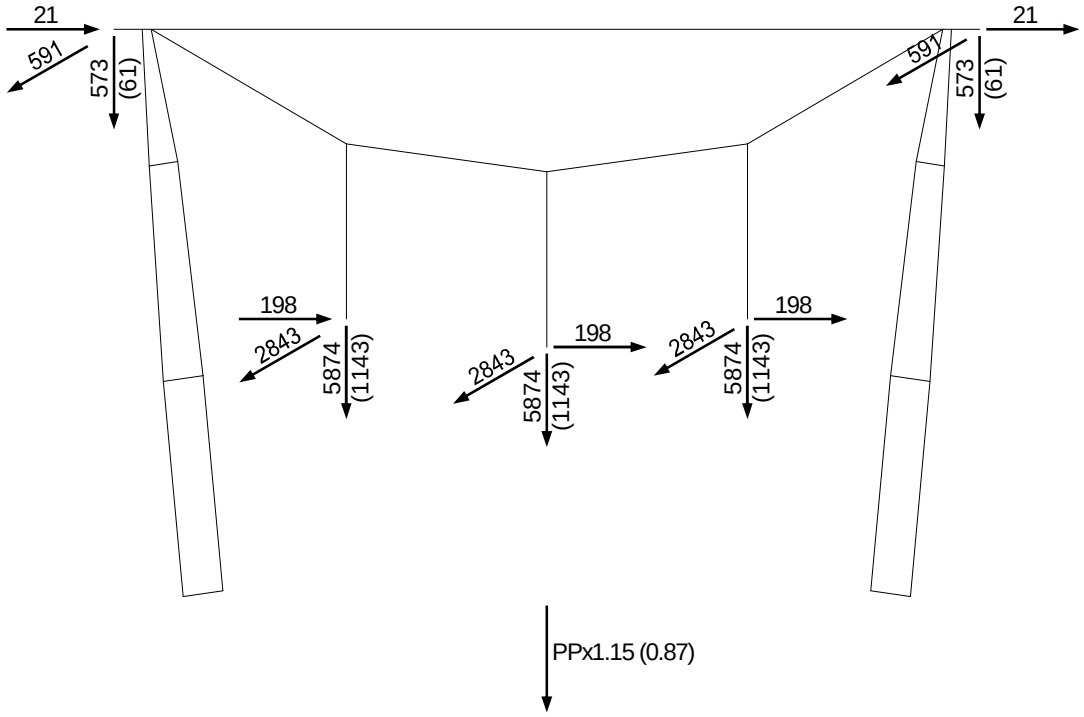
HIPÓTESE 9-60
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 60°)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9-75

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 75º)

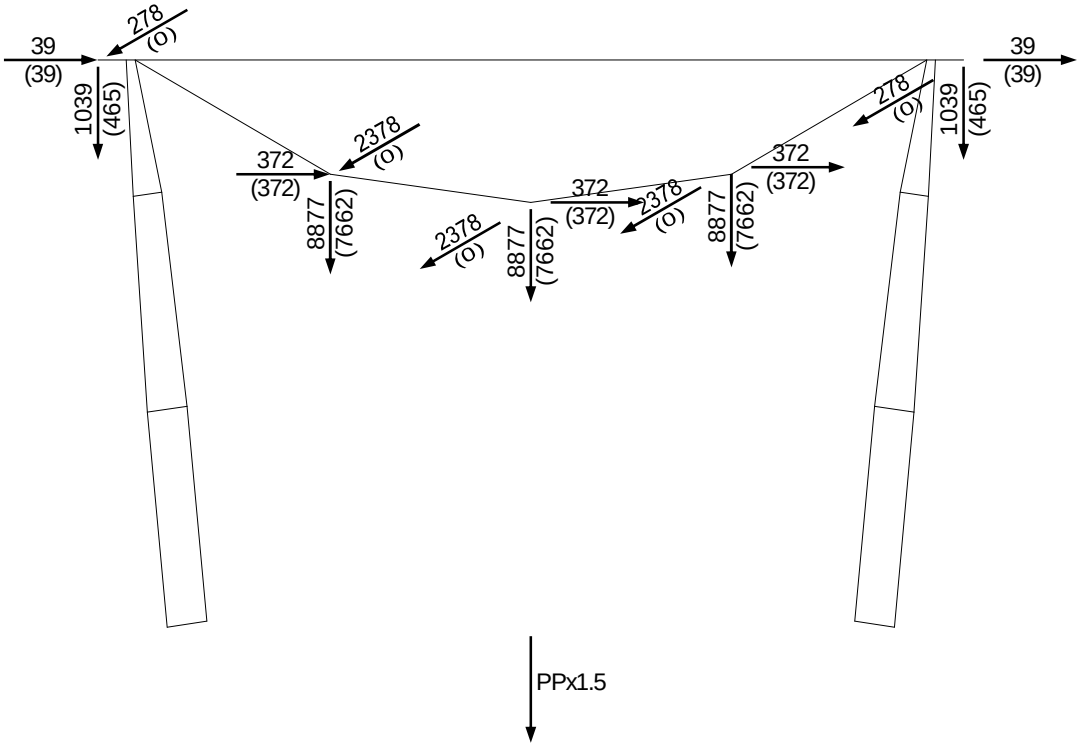
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 10

(SEM VENTO)

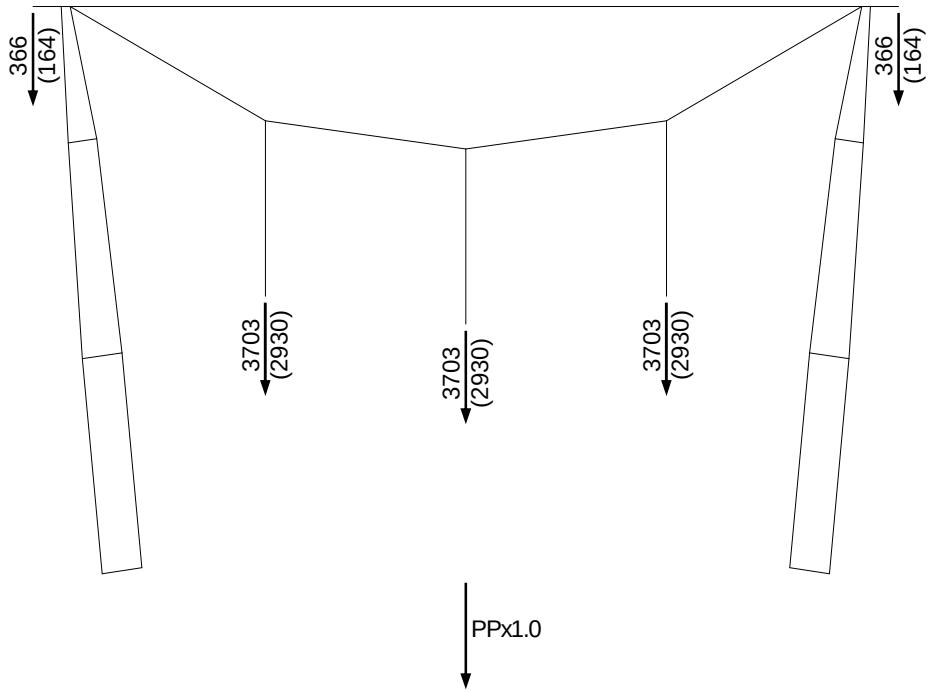
(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)



HIPÓTESE 11
(SEM VENTO)
(GRAMPEAMENTO)

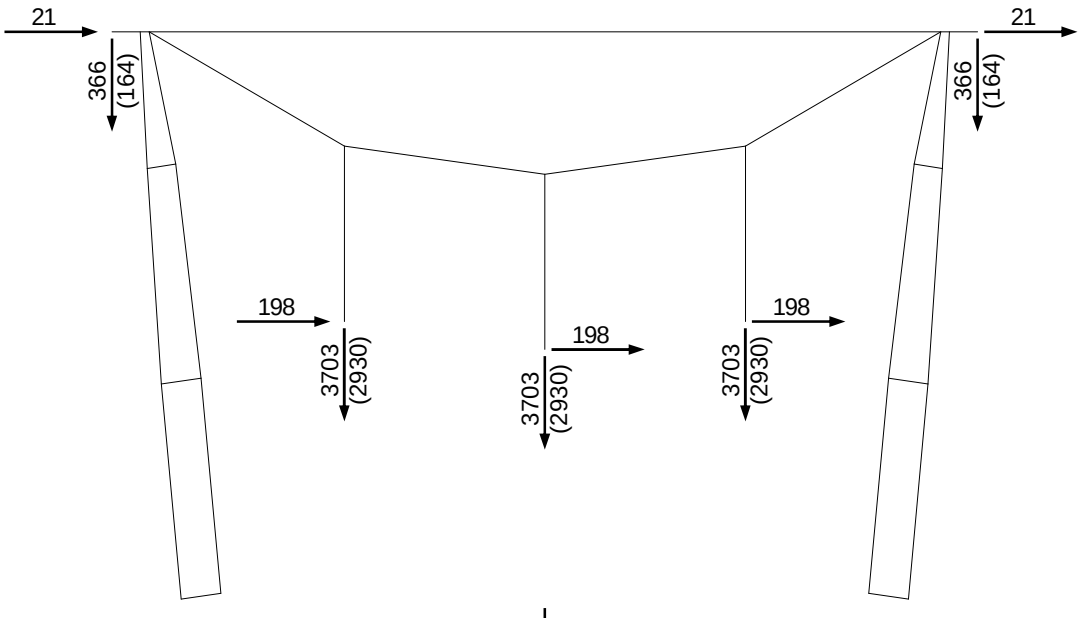
5.6.11.2 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO I52CRB

5.6.11.2.1 HIPÓTESES PARA VERIFICAÇÕES ELÉTRICAS E DE GEOMETRIA



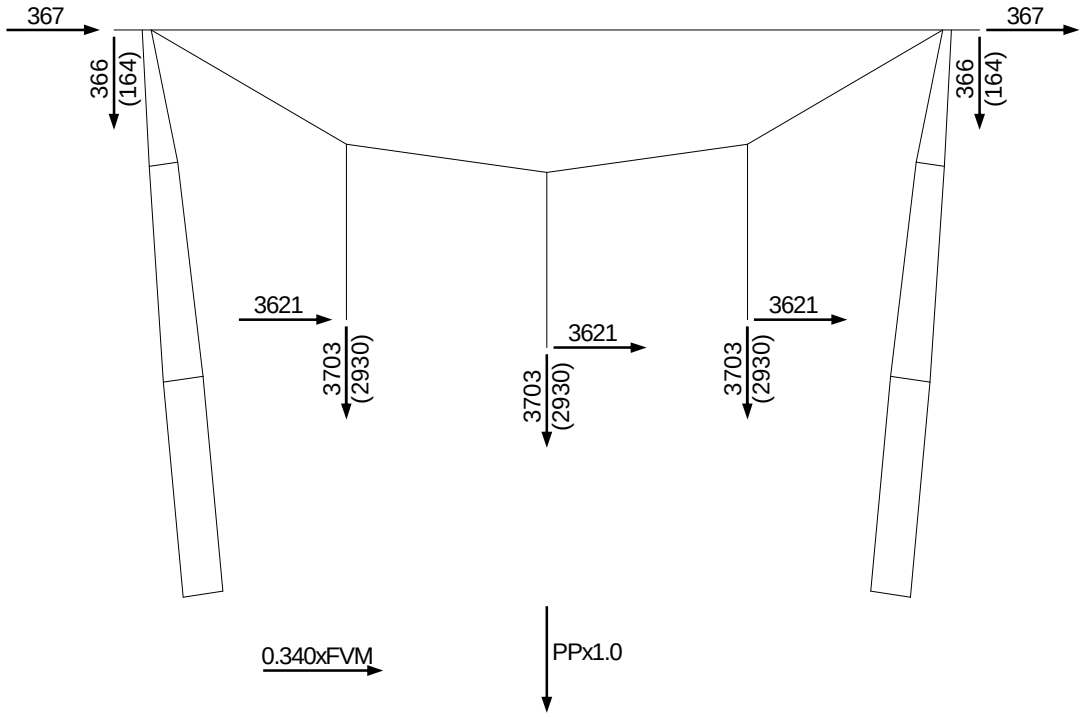
PPx1.0

HIPÓTESE G1
(SEM VENTO)
(EDS-ALINHAMENTO)

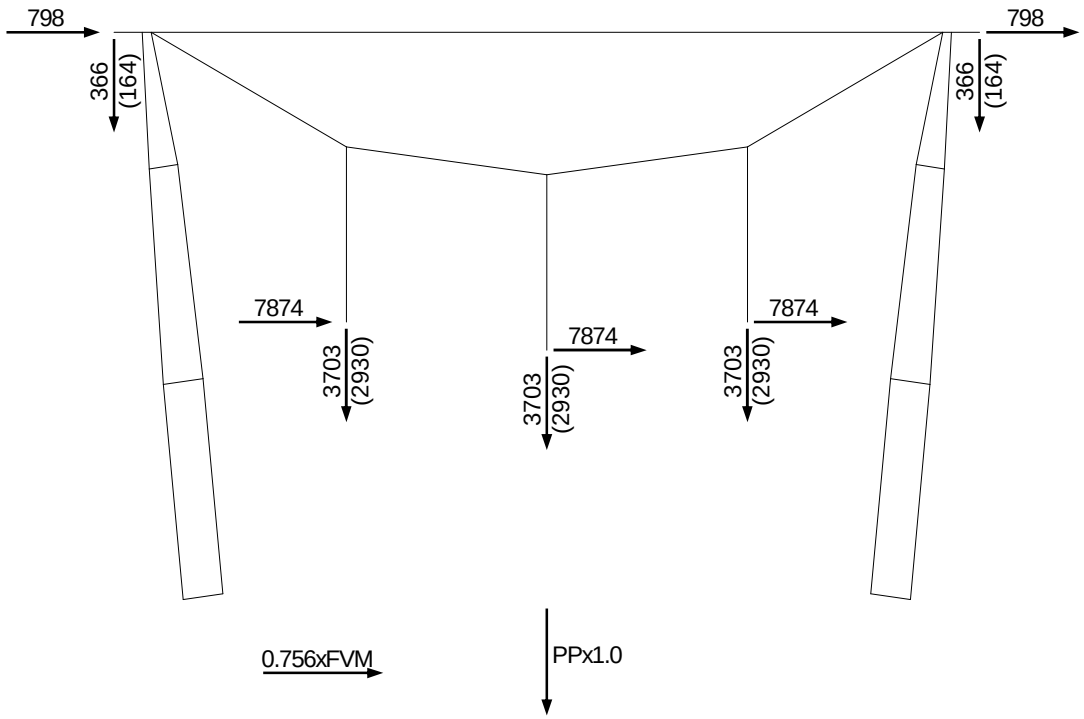


PPx1.0

HIPÓTESE G2
(SEM VENTO)
(EDS-ÂNGULO MÁXIMO)

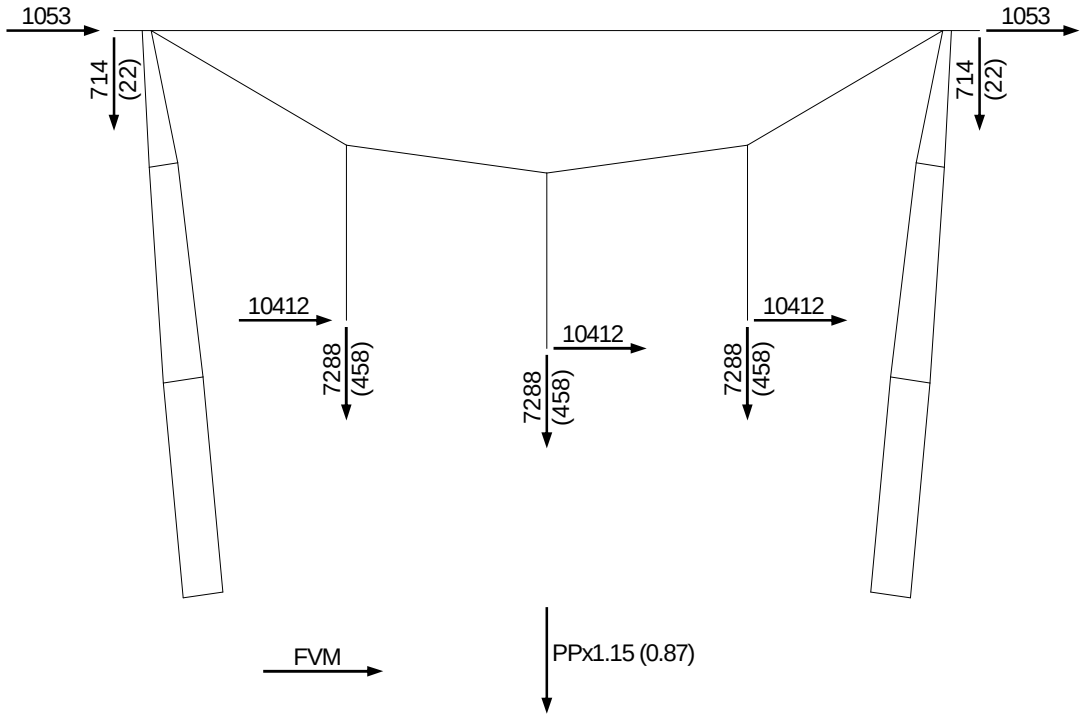


HIPÓTESE G3
(VENTO TRANSVERSAL T=2anos)
(CABOS INTACTOS)

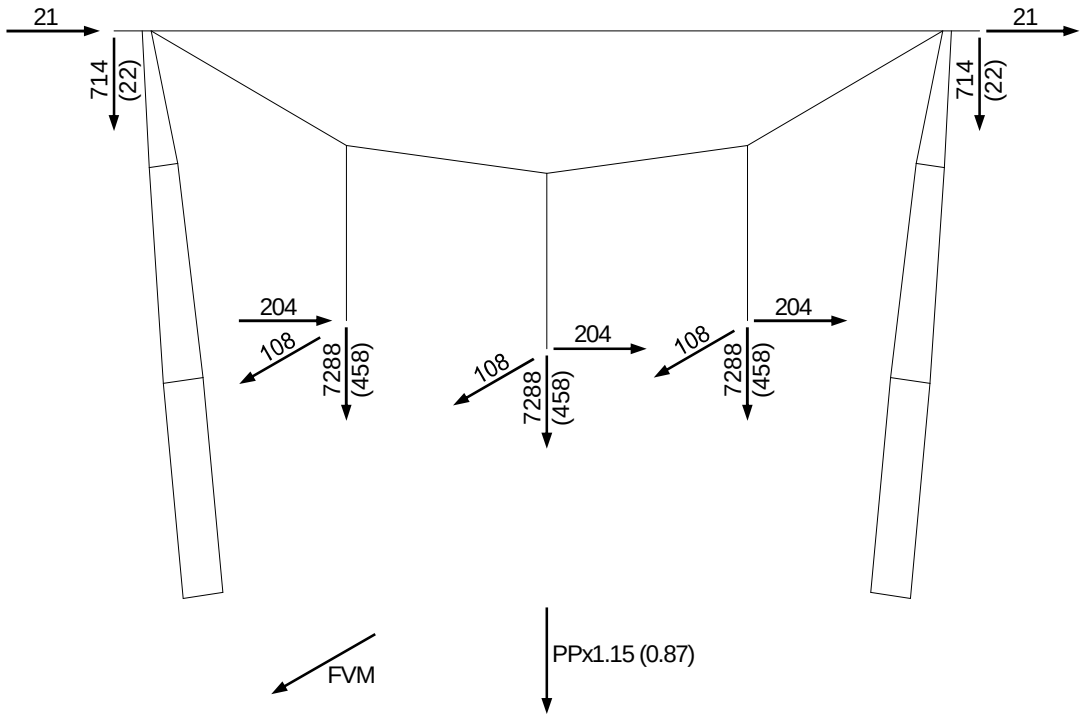


HIPÓTESE G4
(VENTO TRANSVERSAL T=50anos)
(CABOS INTACTOS)

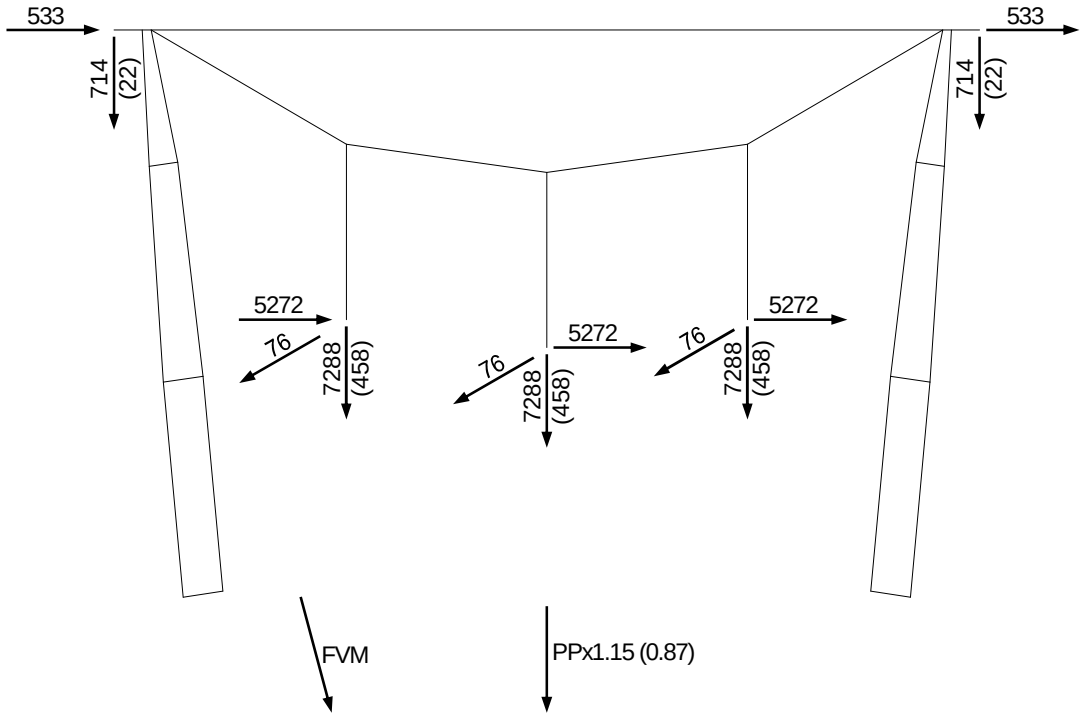
5.6.11.2.2 HIPÓTESES PARA DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL



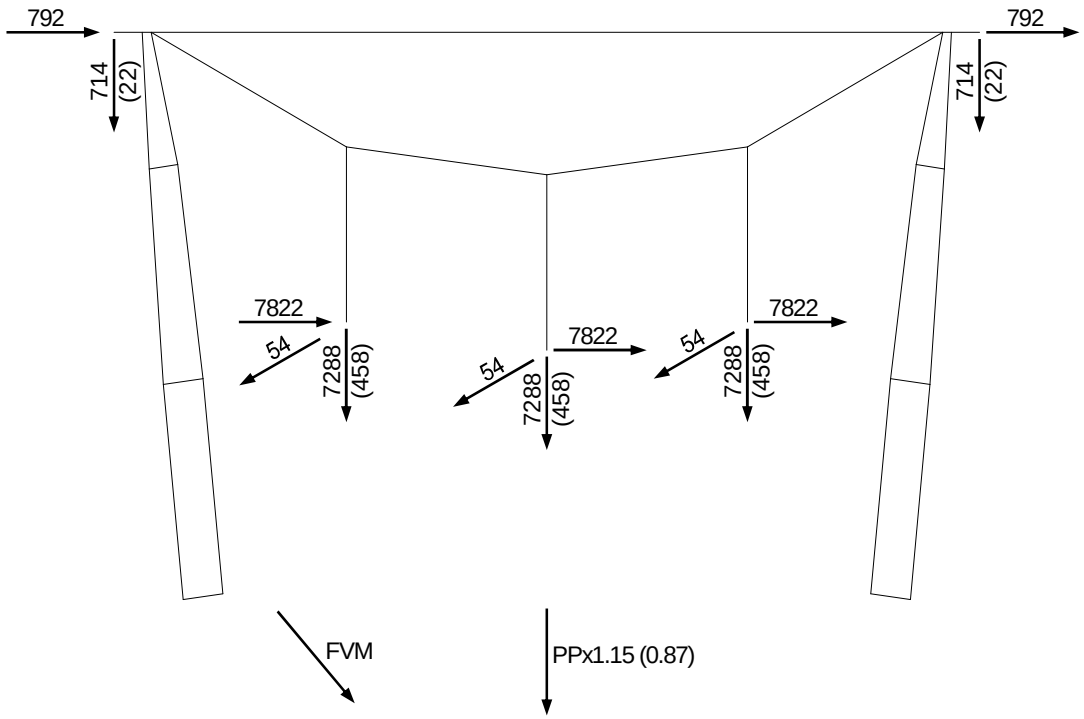
HIPÓTESE 1
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



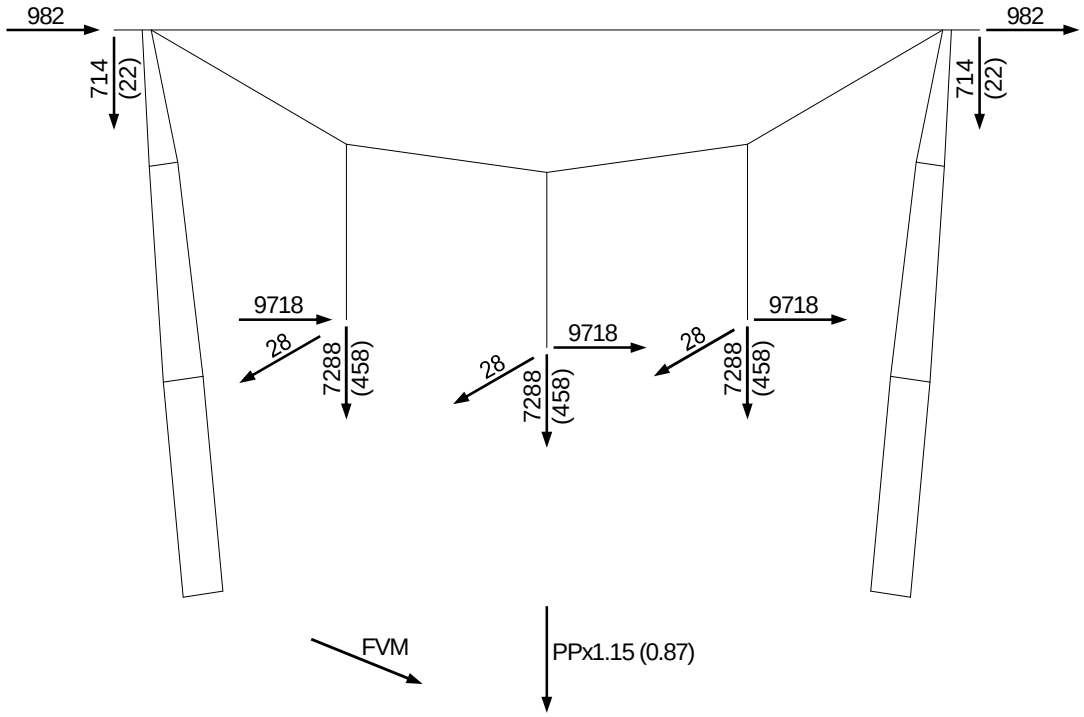
HIPÓTESE 2
(VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



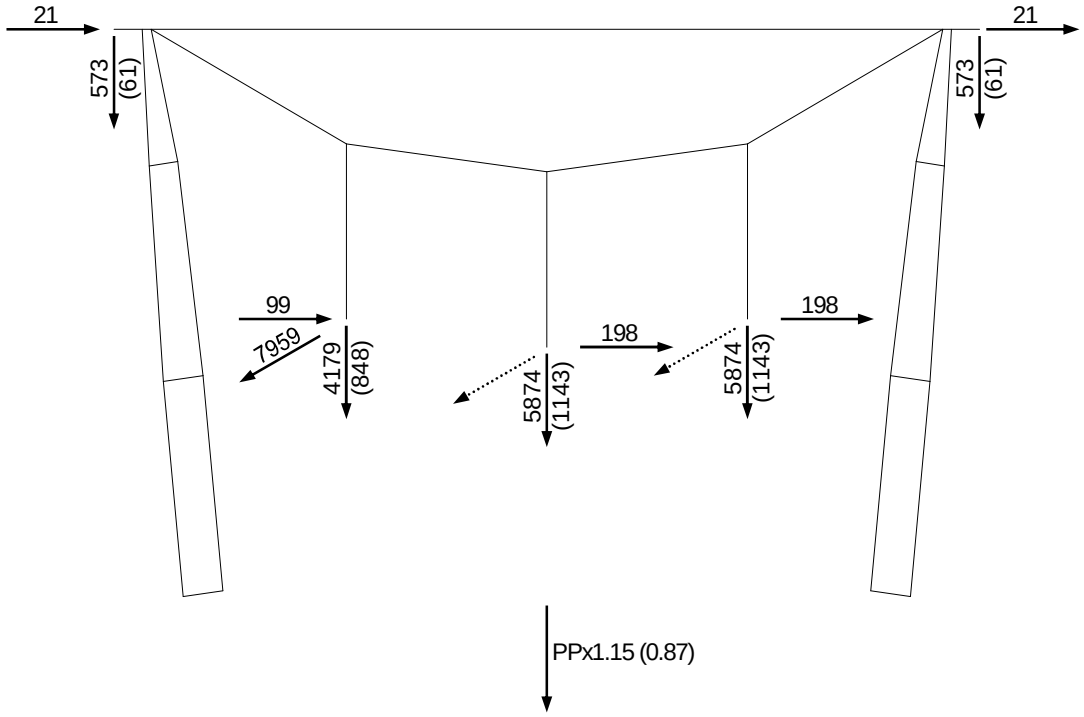
HIPÓTESE 3
(VENTO MÁXIMO A 45º)
(CABOS INTACTOS)



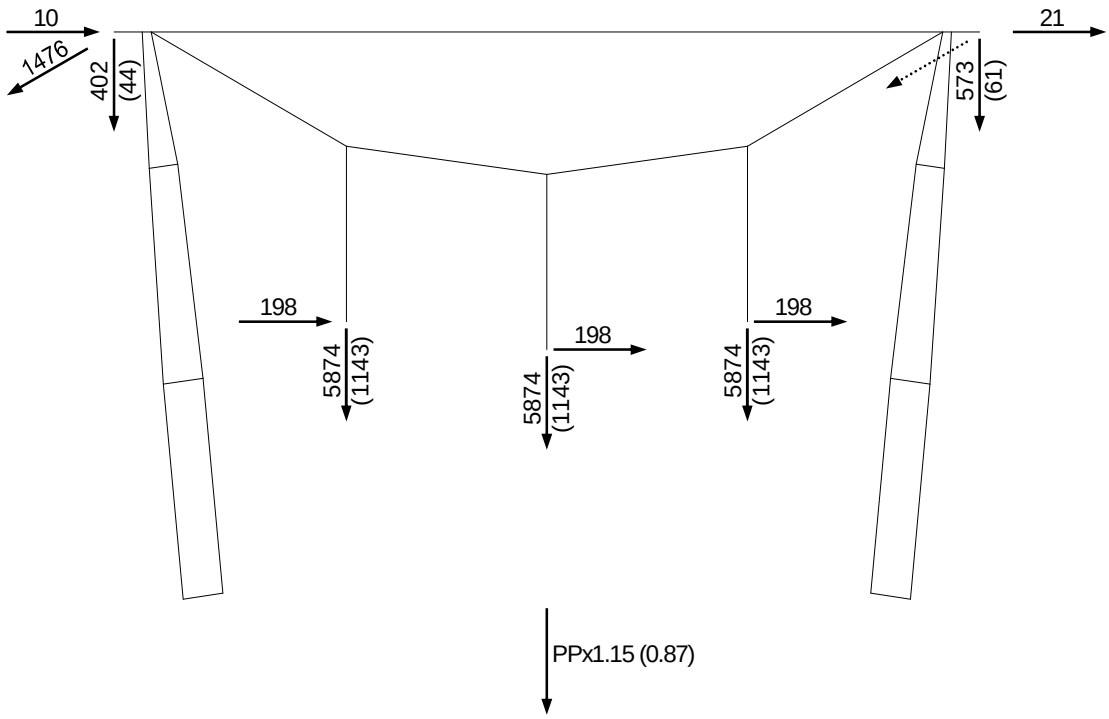
HIPÓTESE 3-60
(VENTO MÁXIMO A 60º)
(CABOS INTACTOS)



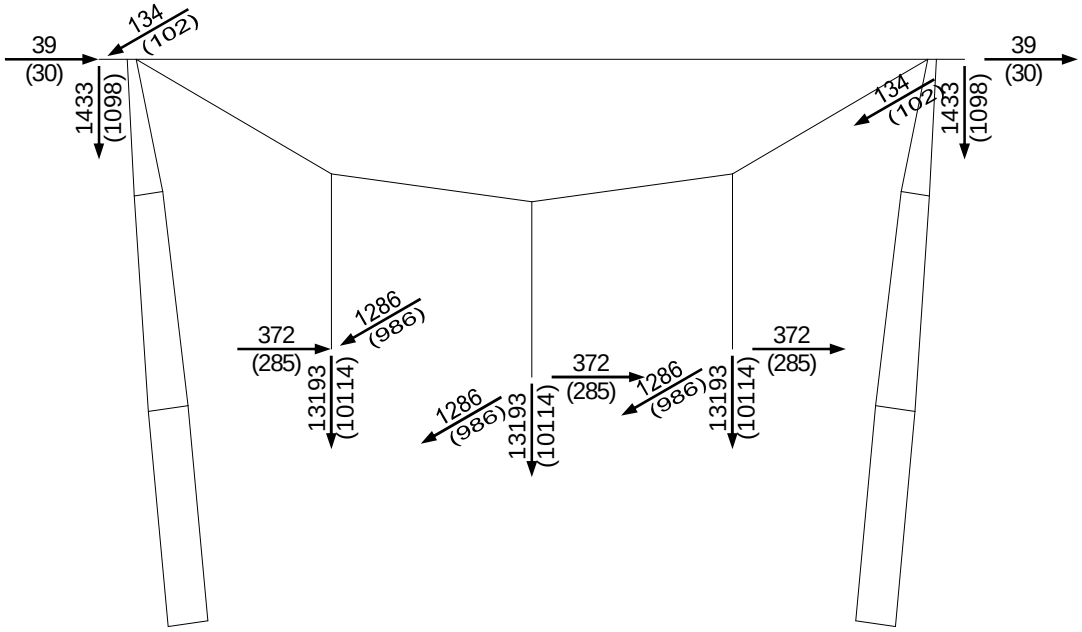
HIPÓTESE 3-75
(VENTO MÁXIMO A 75º)
(CABOS INTACTOS)



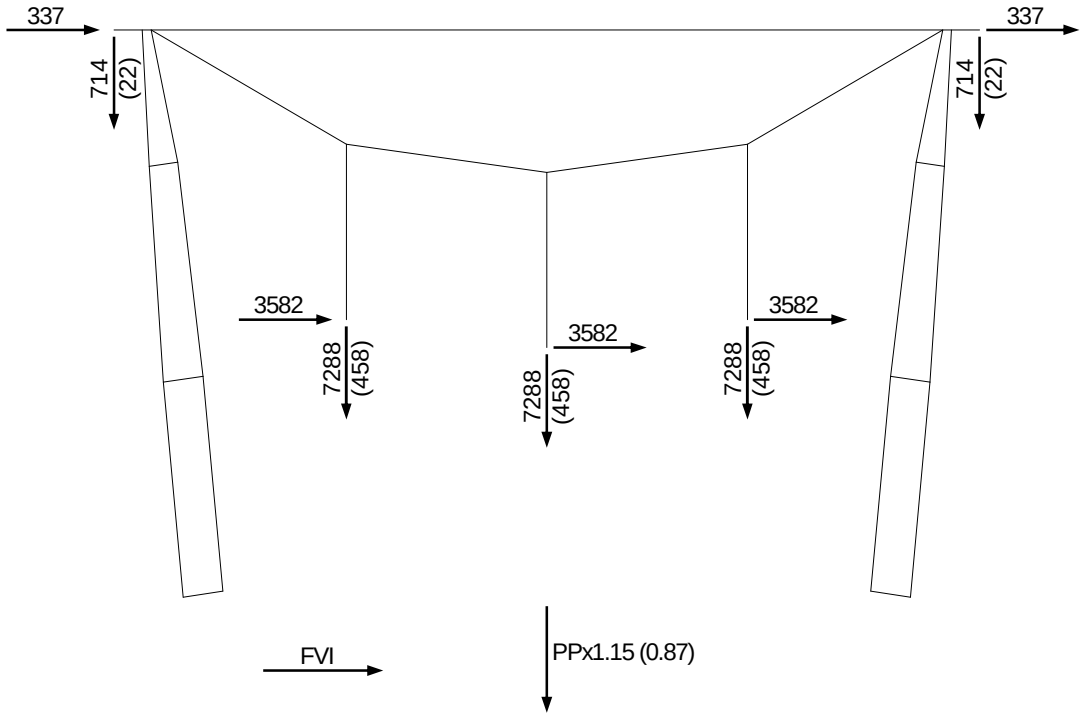
HIPÓTESE 4
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE)



HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)

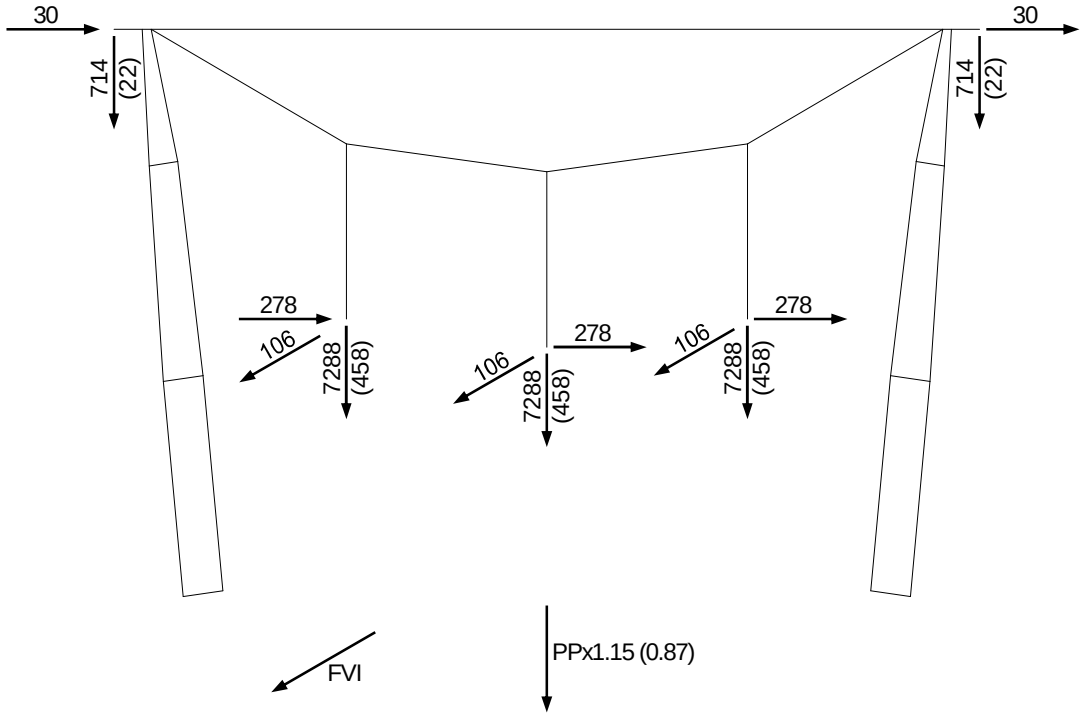


HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



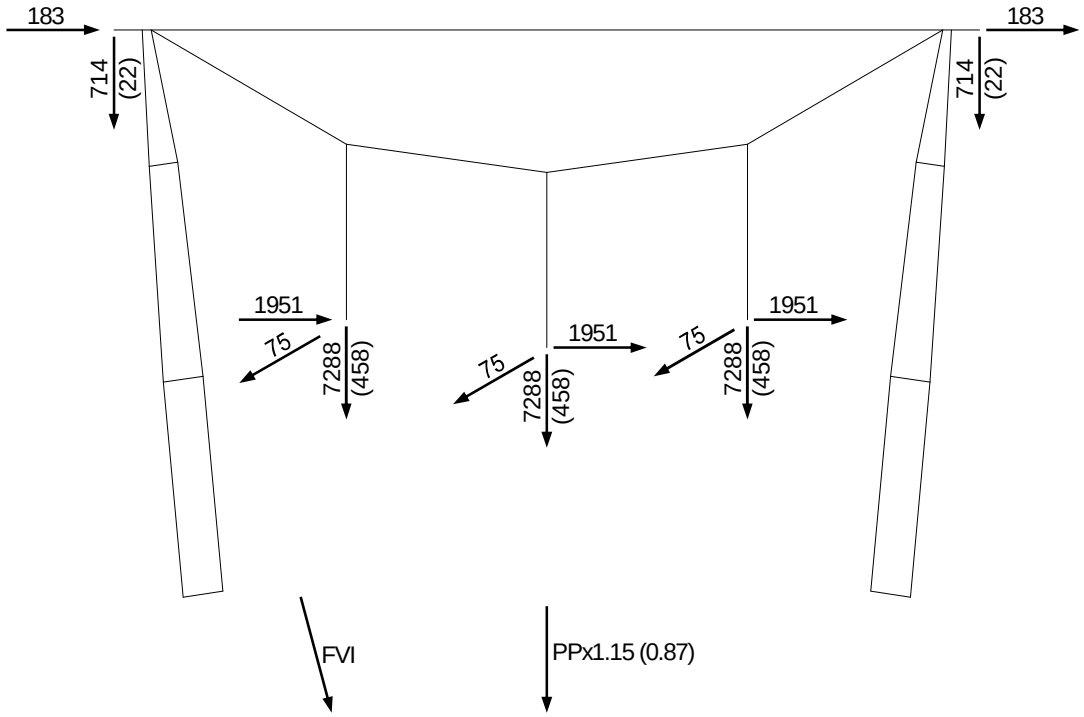
HIPÓTESE 7

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)

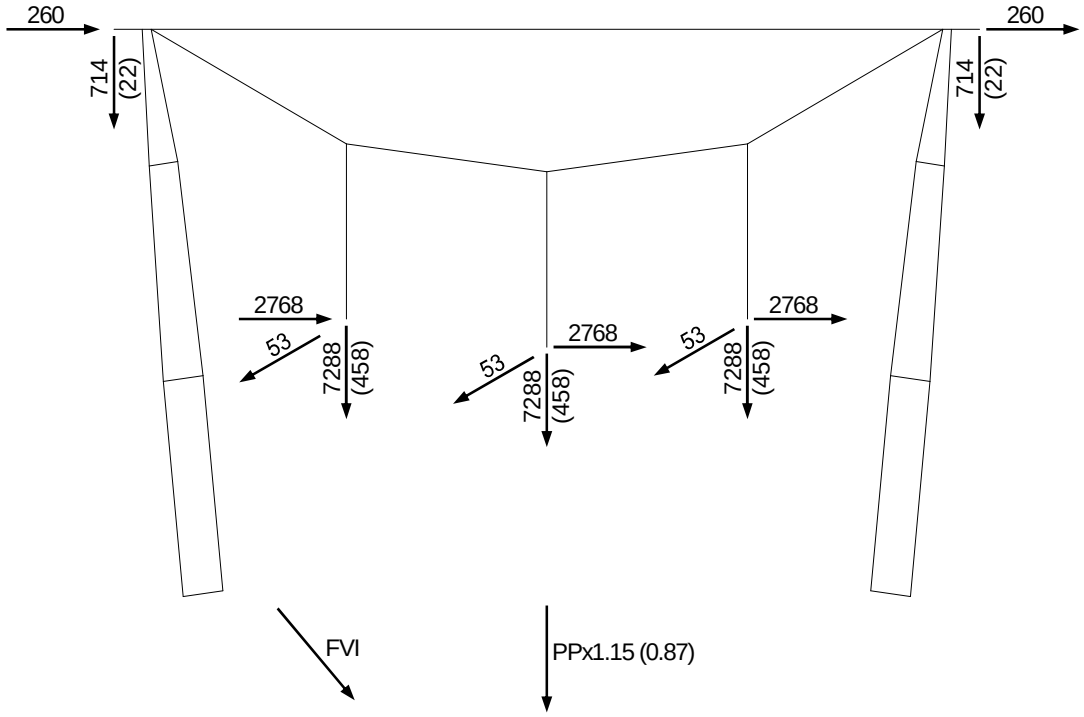


HIPÓTESE 8

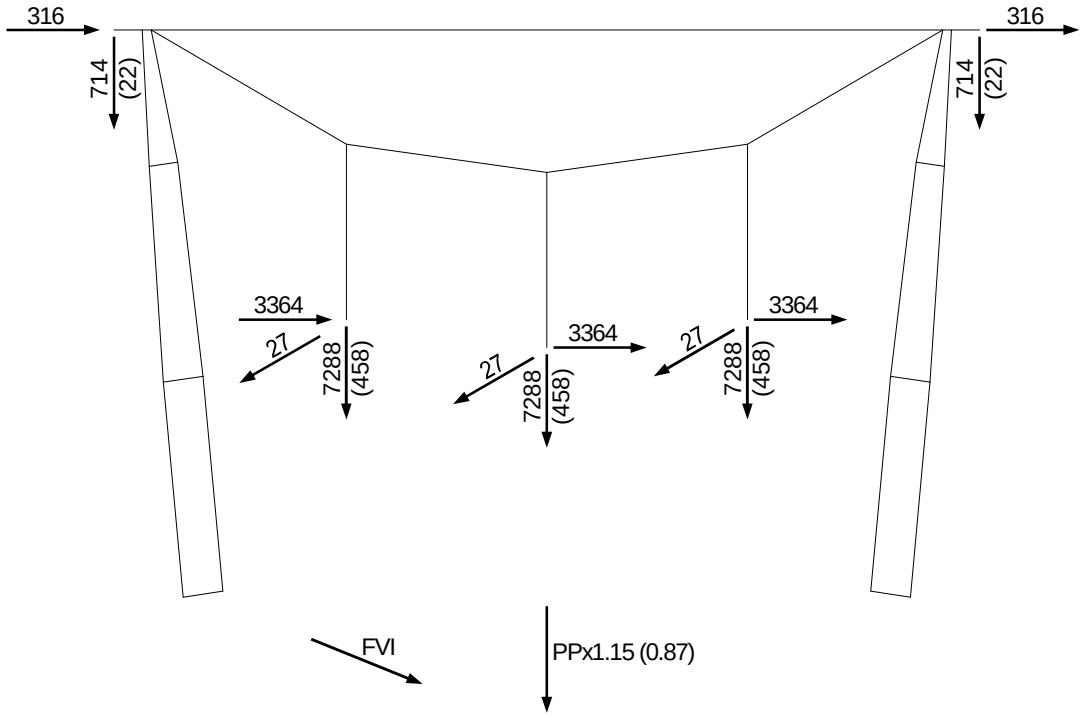
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)
(CABOS INTACTOS)



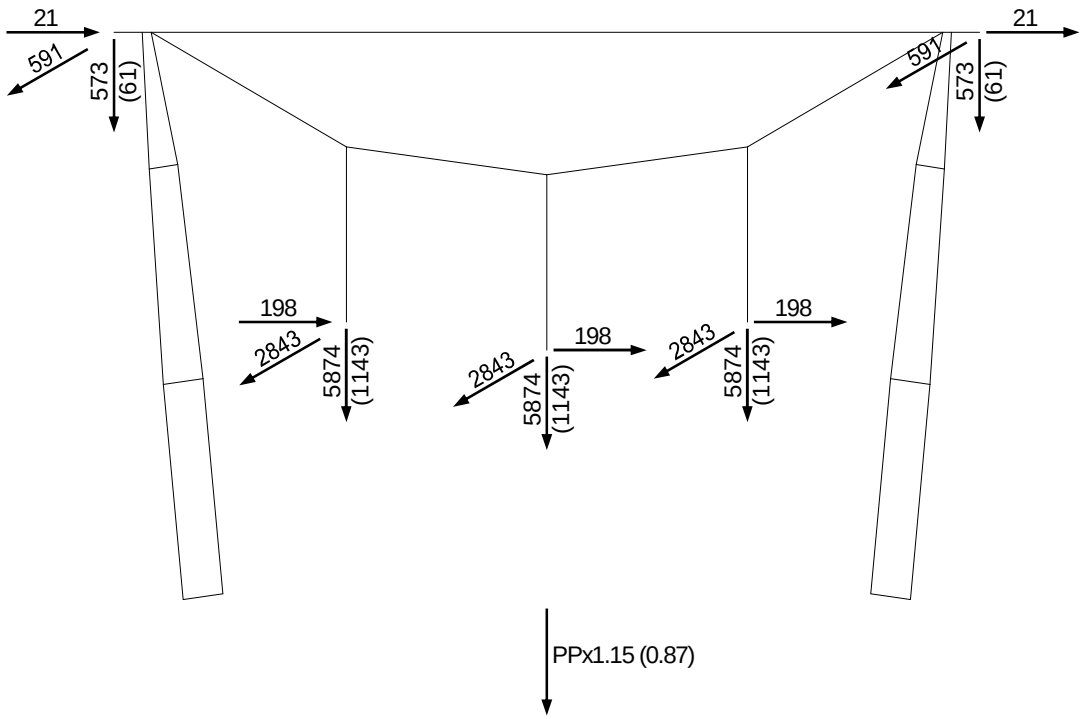
HIPÓTESE 9-60
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 60°)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9-75

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 75º)

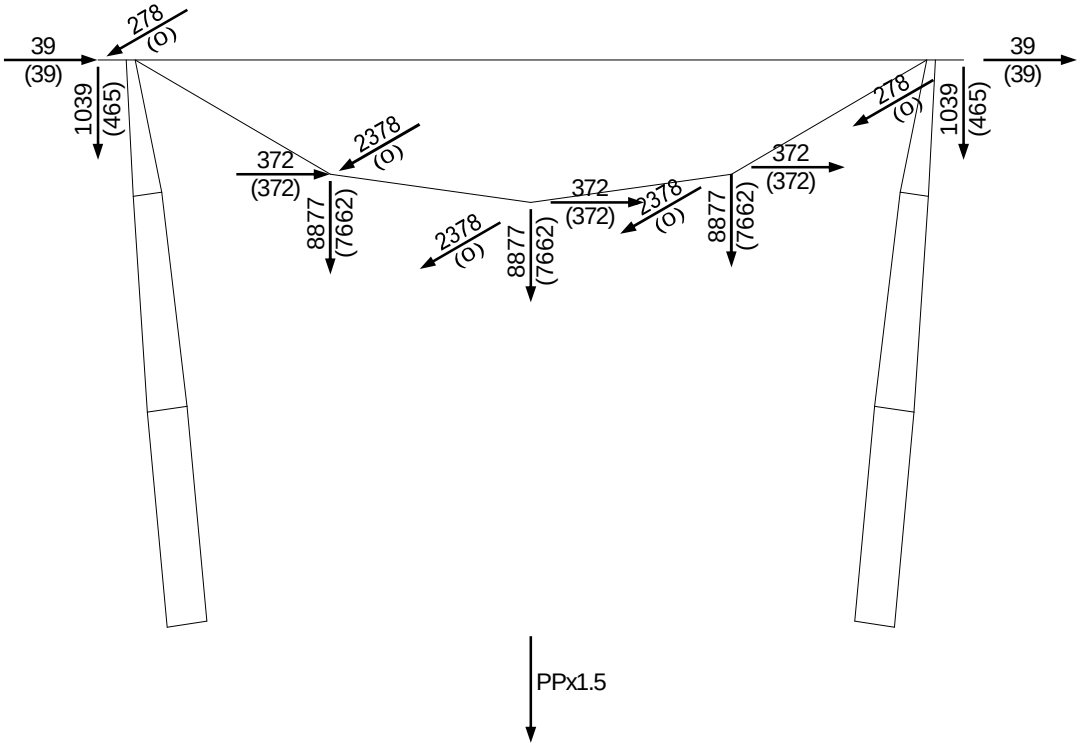
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 10

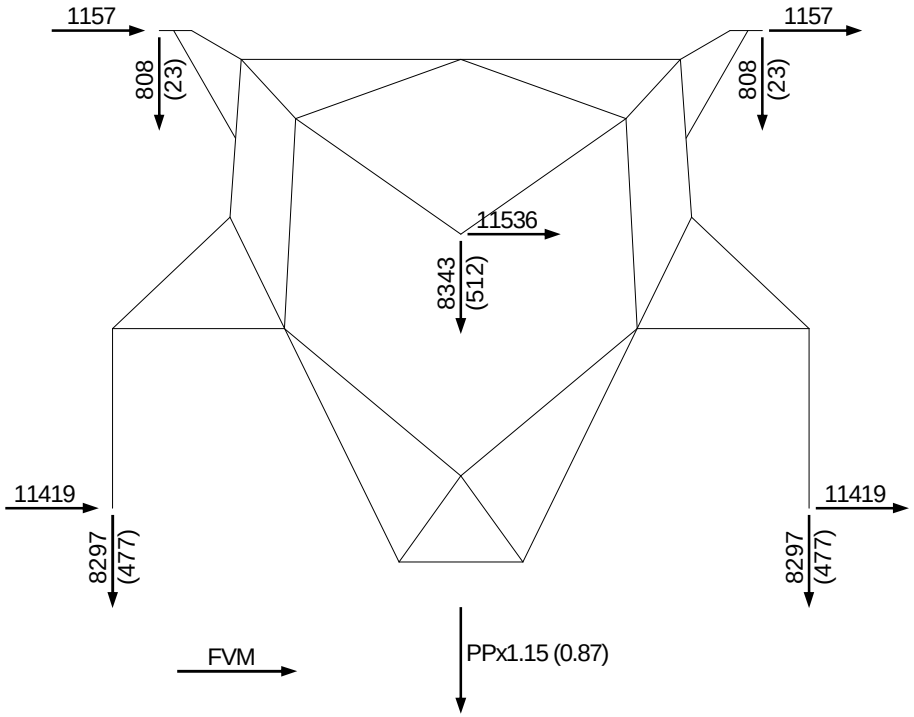
(SEM VENTO)

(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)

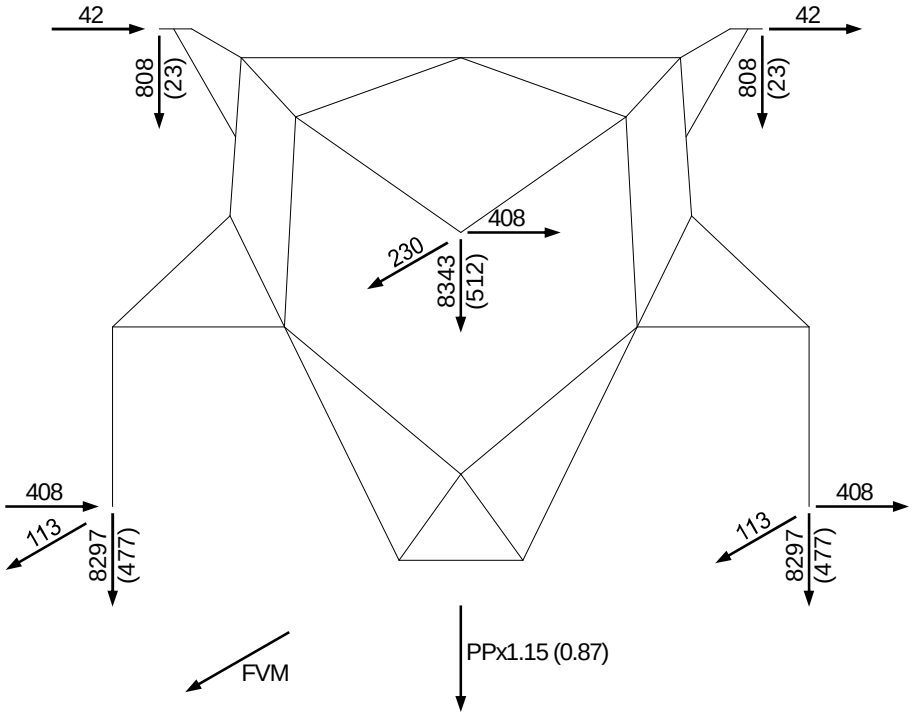


HIPÓTESE 11
(SEM VENTO)
(GRAMPEAMENTO)

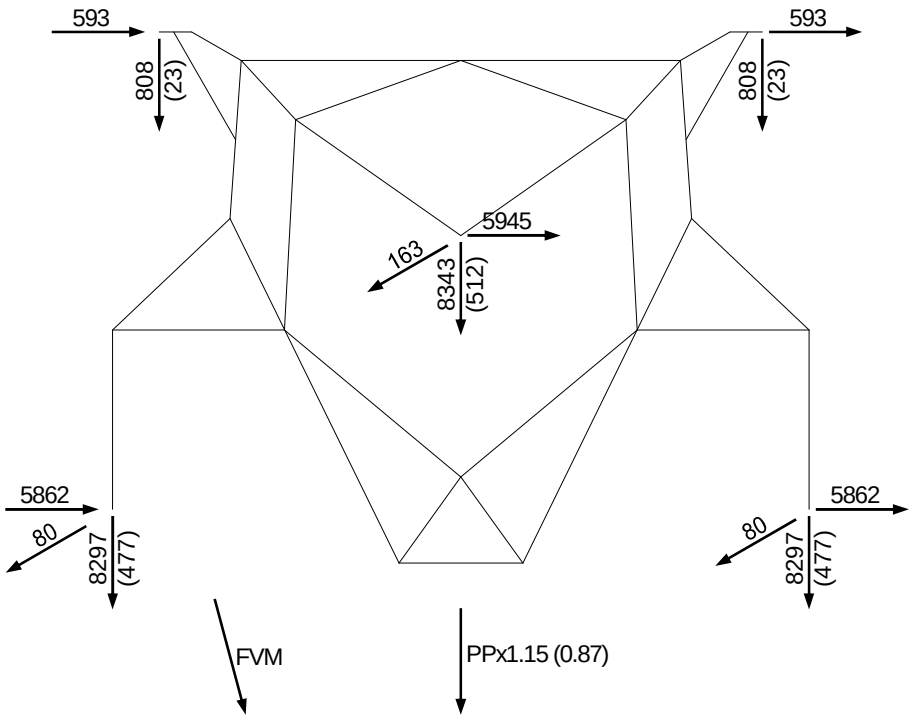
5.6.11.3 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO I52SL



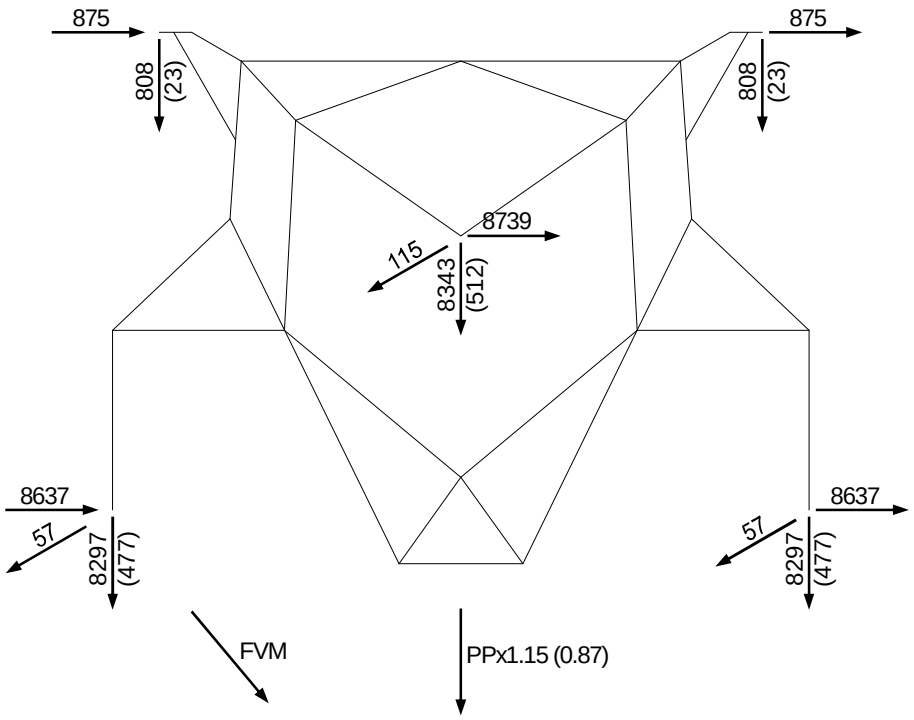
HIPÓTESE 1
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



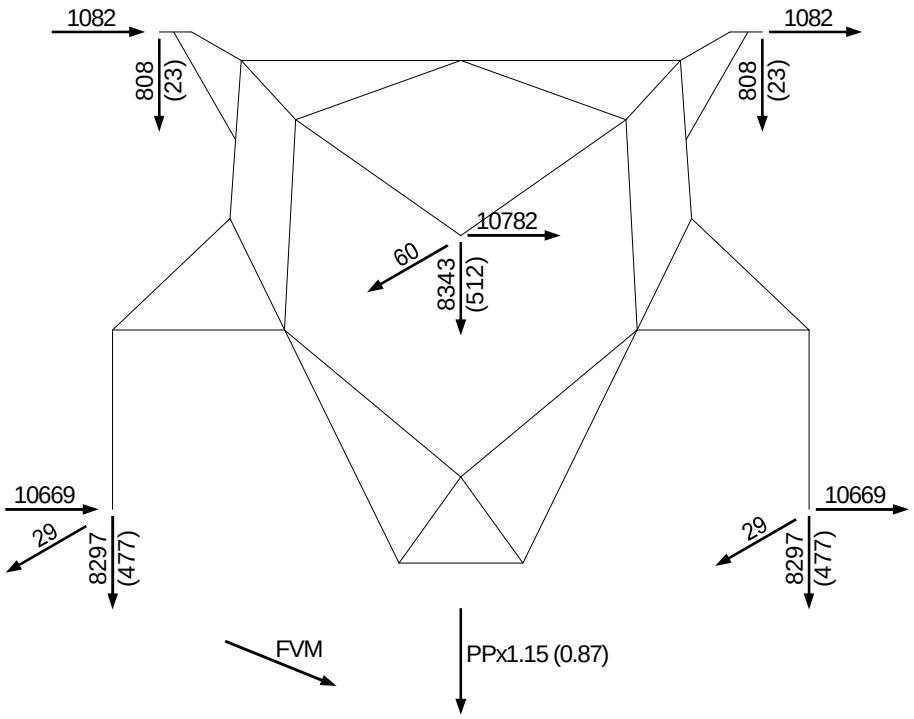
HIPÓTESE 2
(VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



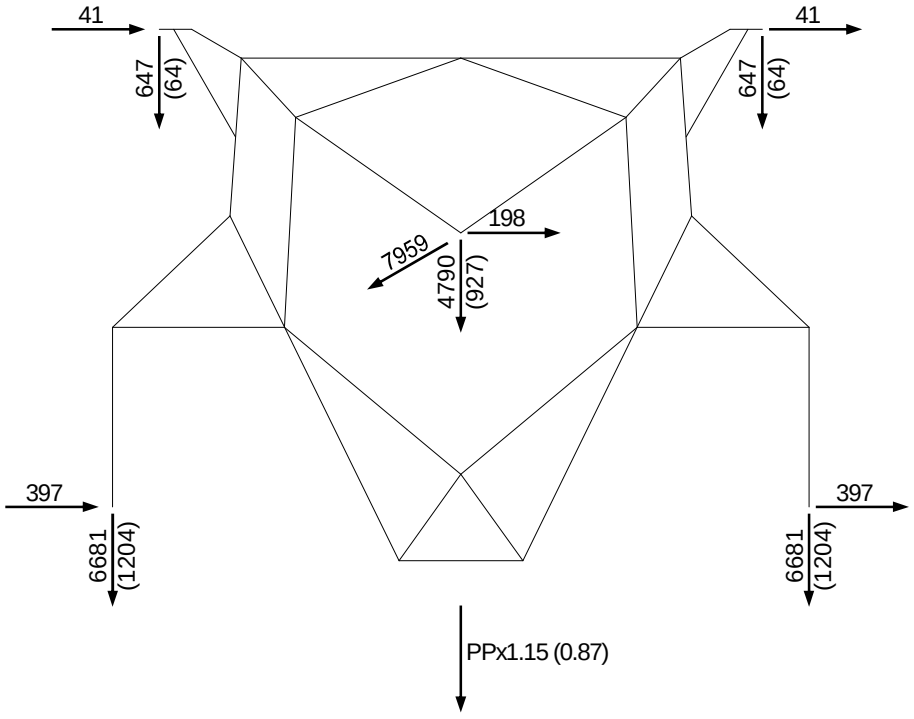
HIPÓTESE 3
(VENTO MÁXIMO A 45º)
(CABOS INTACTOS)



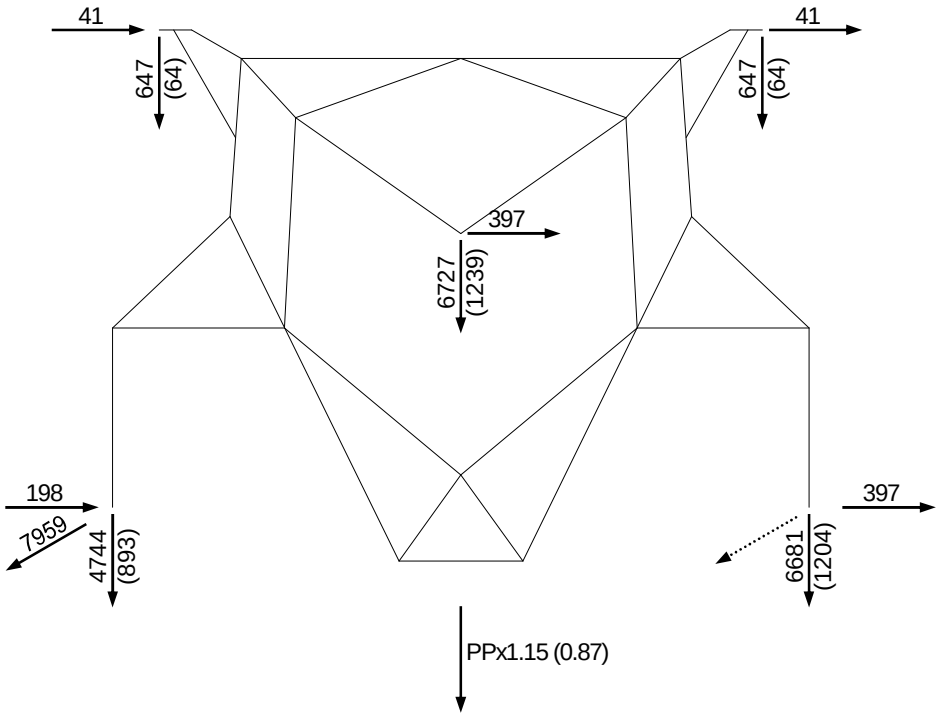
HIPÓTESE 3-60
(VENTO MÁXIMO A 60º)
(CABOS INTACTOS)



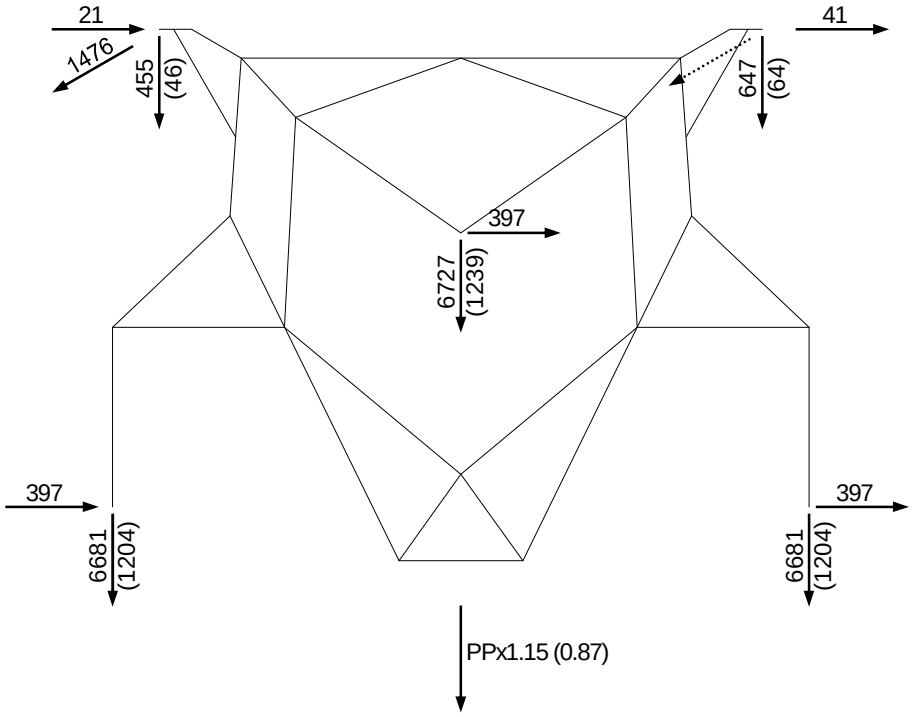
HIPÓTESE 3-75
(VENTO MÁXIMO A 75°)
(CABOS INTACTOS)



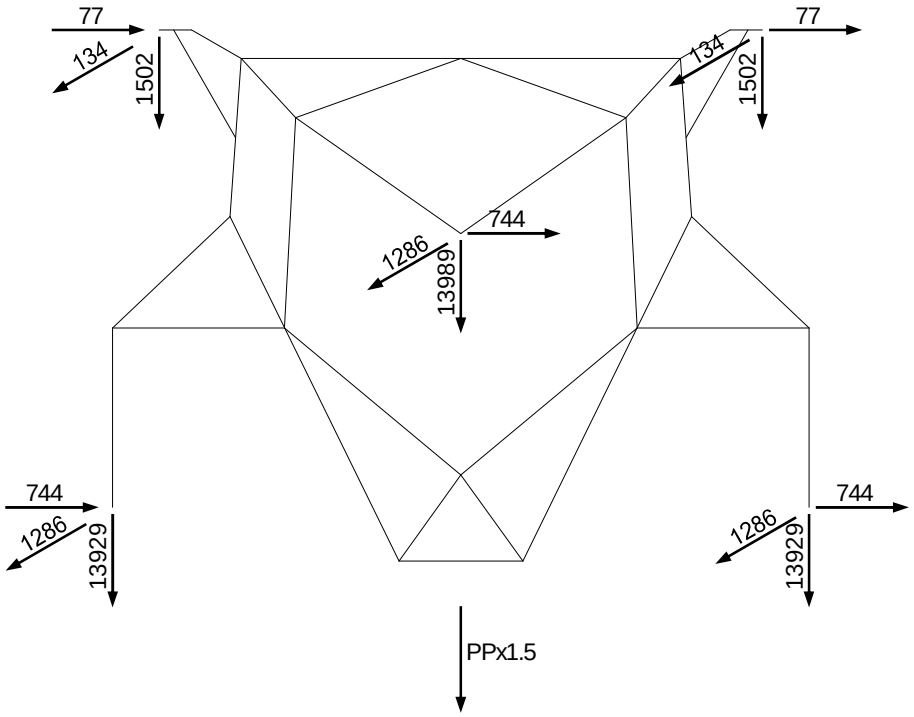
HIPÓTESE 4m
(SEM VENTO)
(RUPTURA DA FASE CENTRAL)



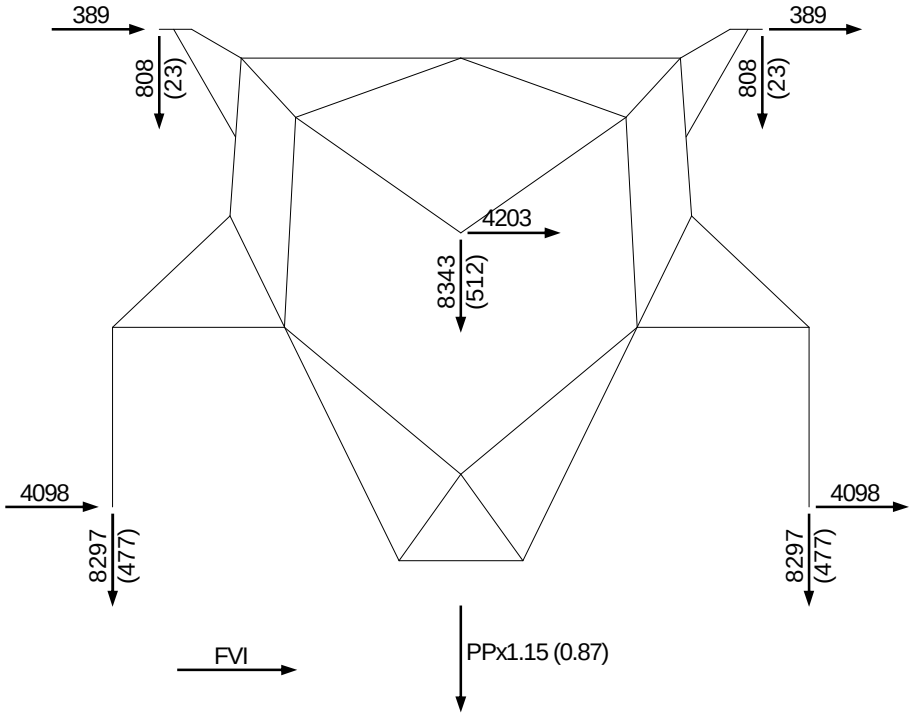
HIPÓTESE 4e e 4d
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE LATERAL)



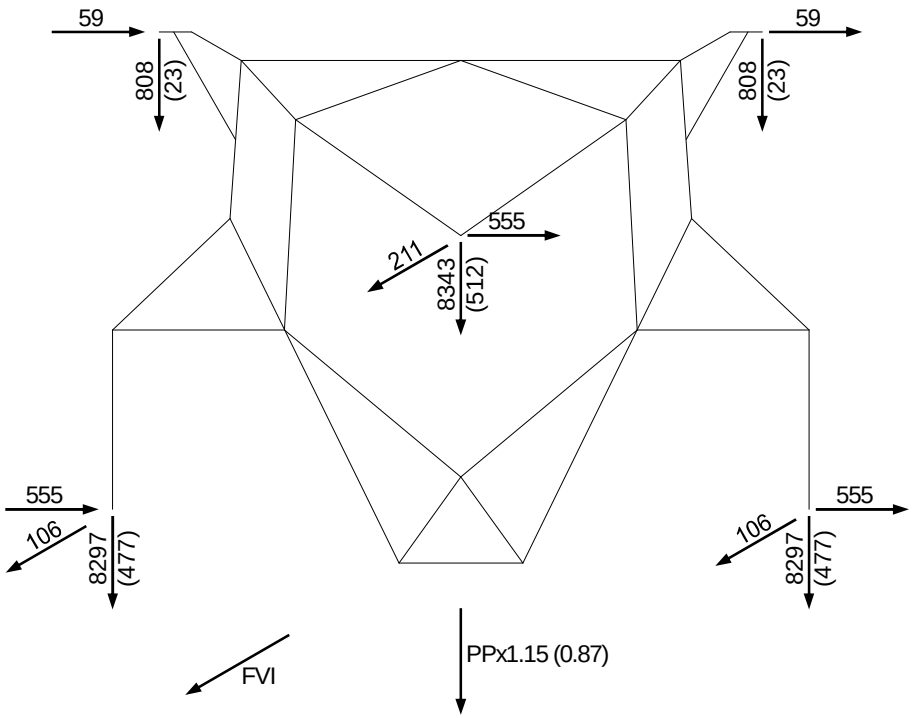
HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)



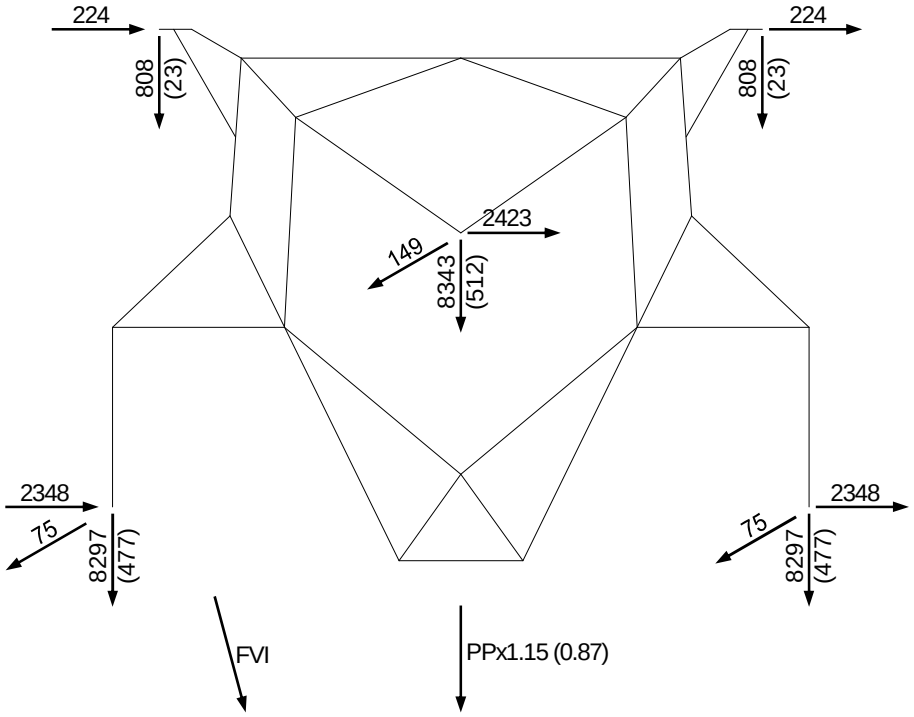
HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



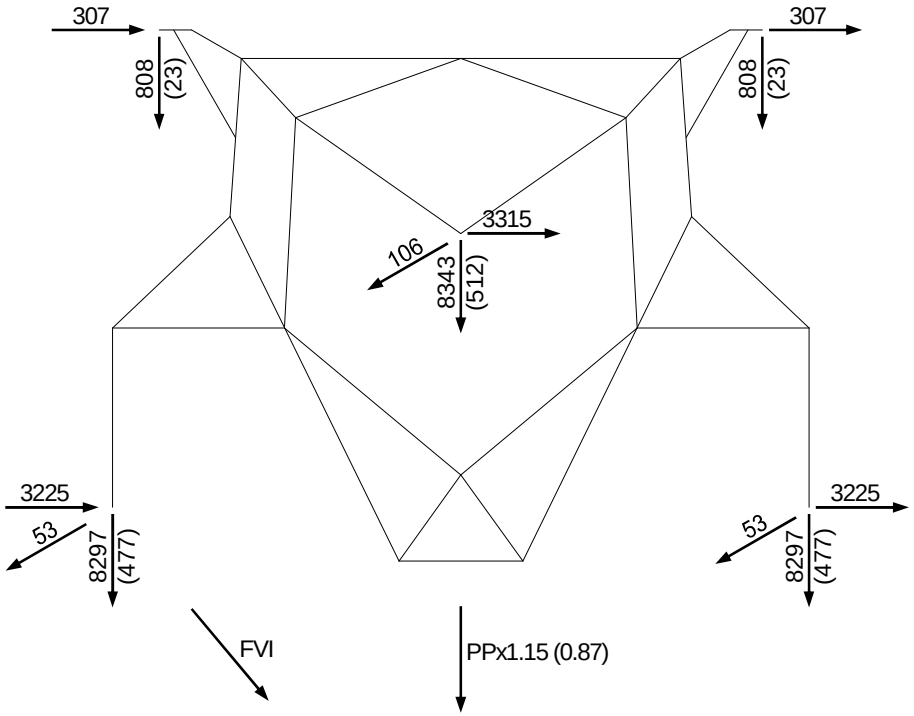
HIPÓTESE 7
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



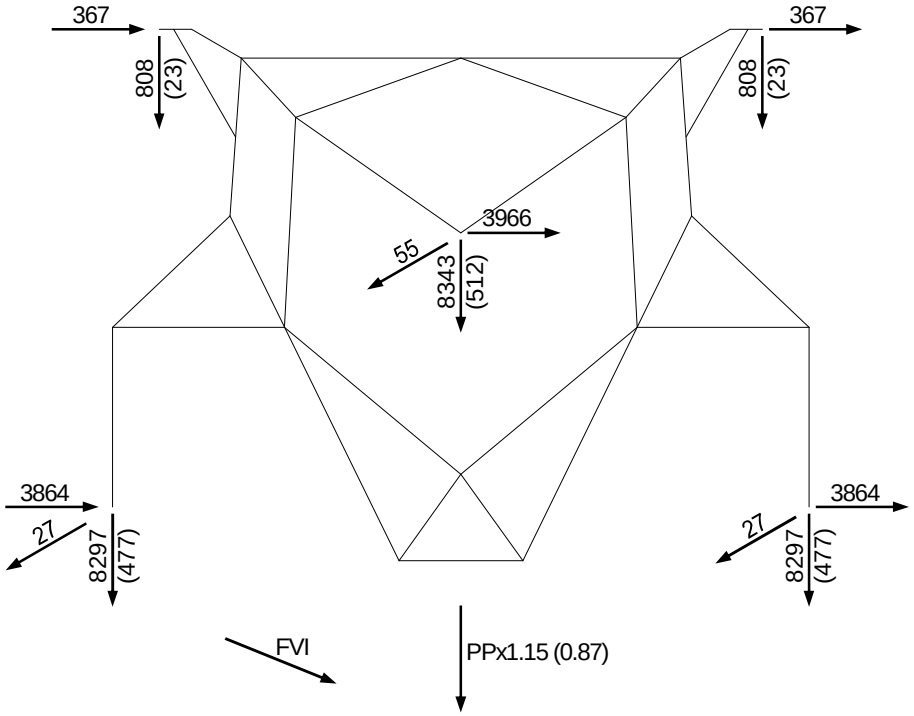
HIPÓTESE 8
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



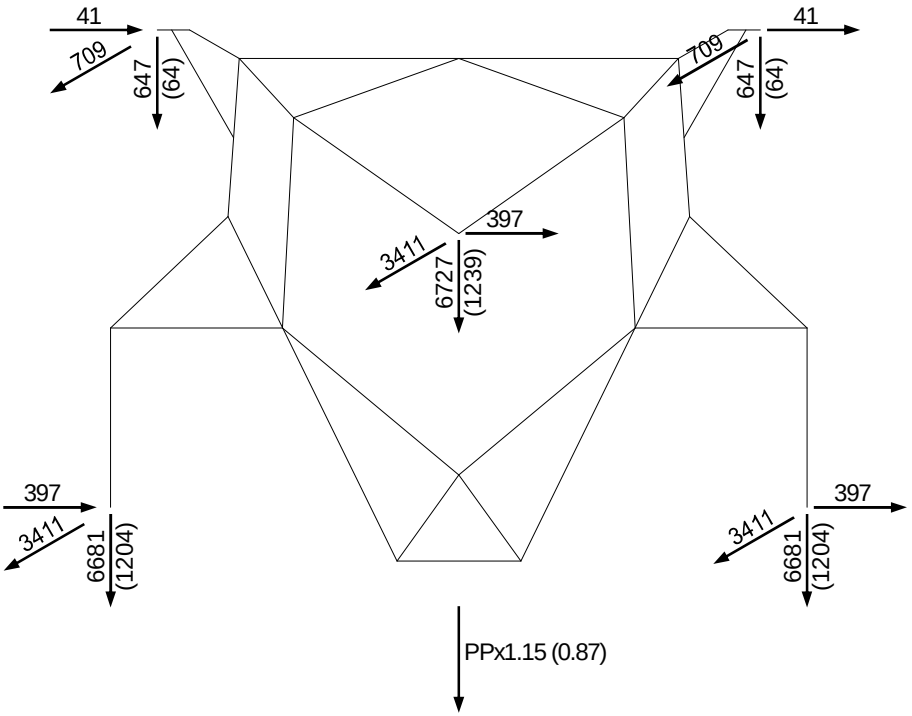
HIPÓTESE 9
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)
(CABOS INTACTOS)



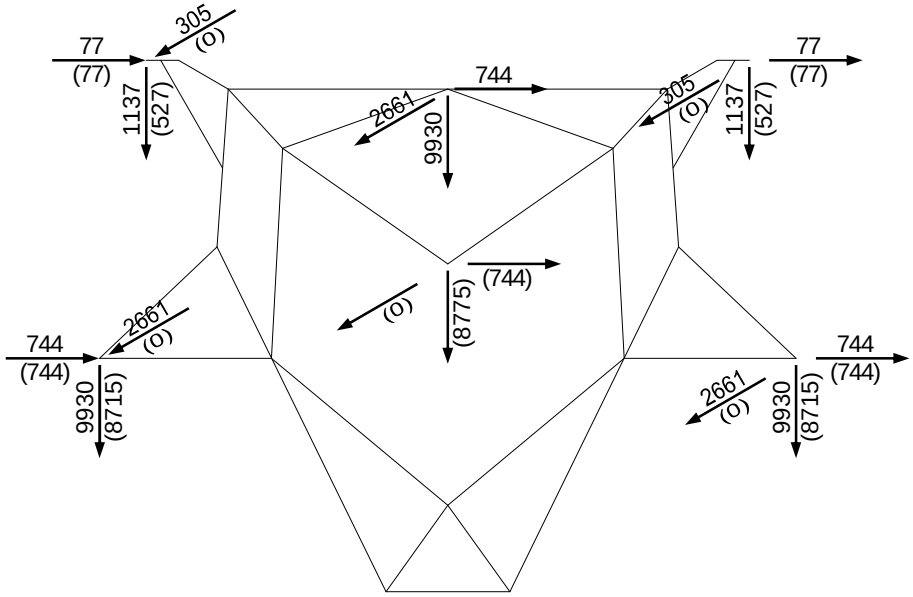
HIPÓTESE 9-60
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 60°)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9-75
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 75°)
(CABOS INTACTOS)

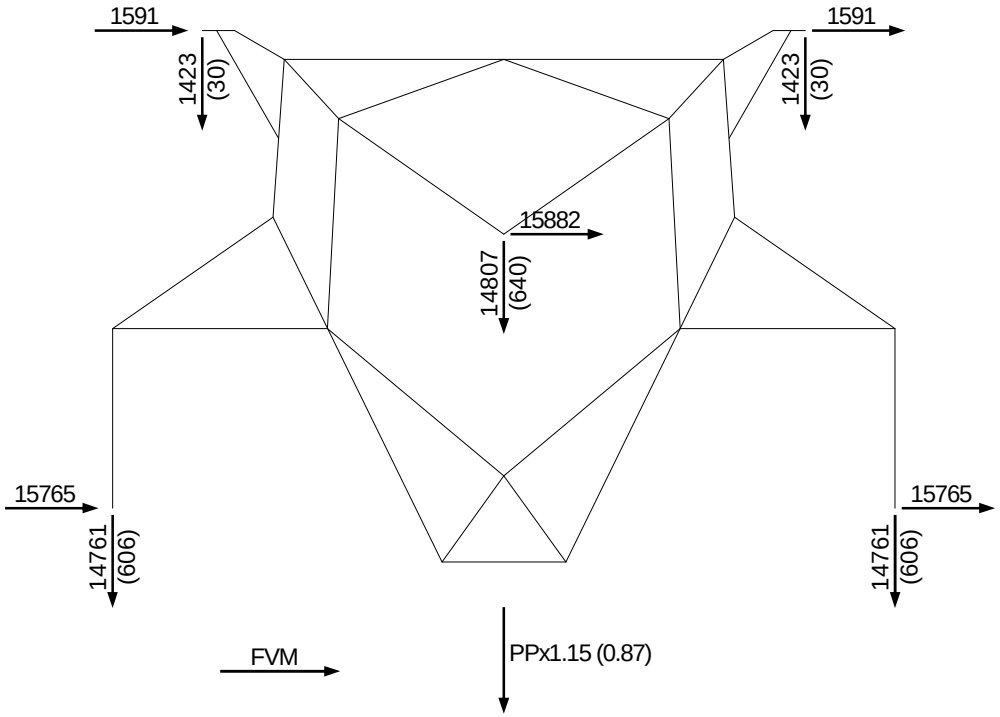


HIPÓTESE 10
(SEM VENTO)
(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)

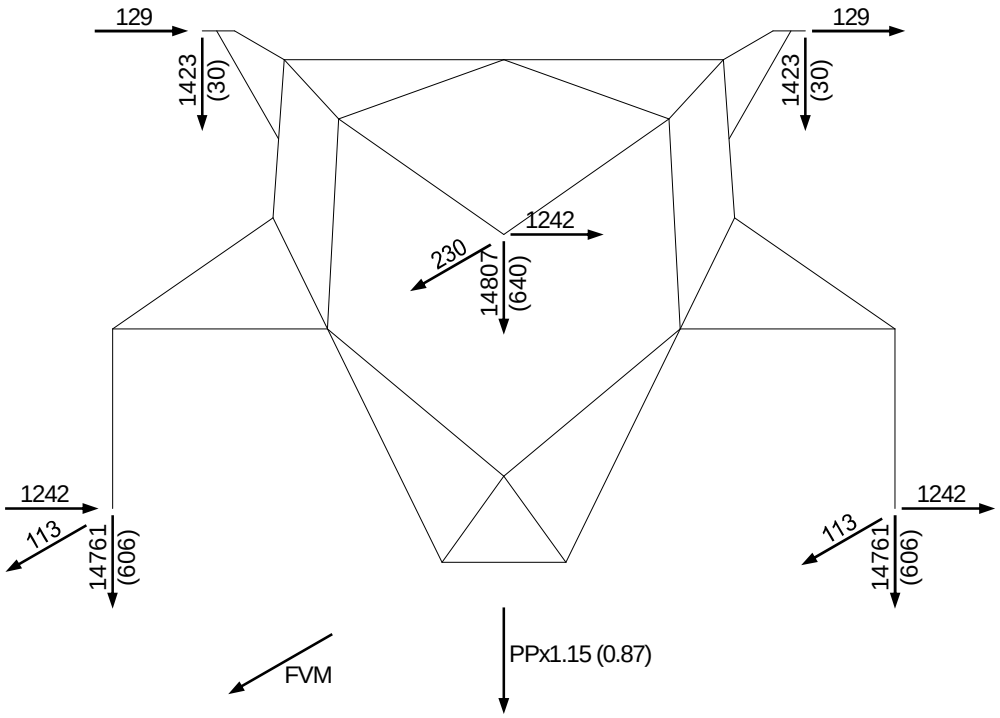


HIPÓTESE 11
(SEM VENTO)
(GRAMPEAMENTO)

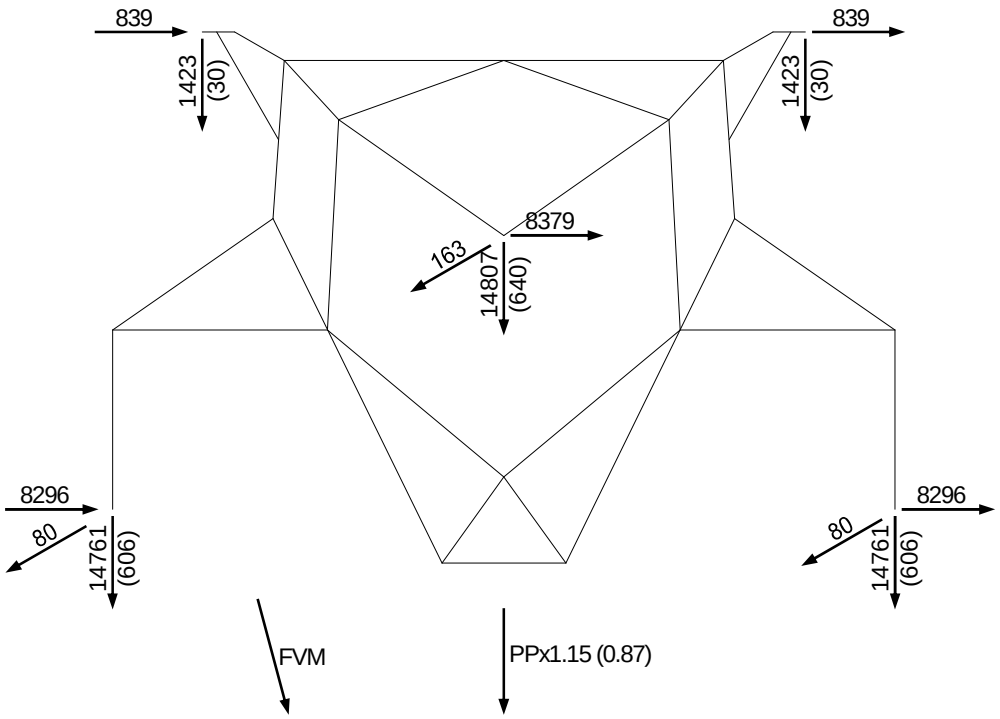
5.6.11.4 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO I52SP



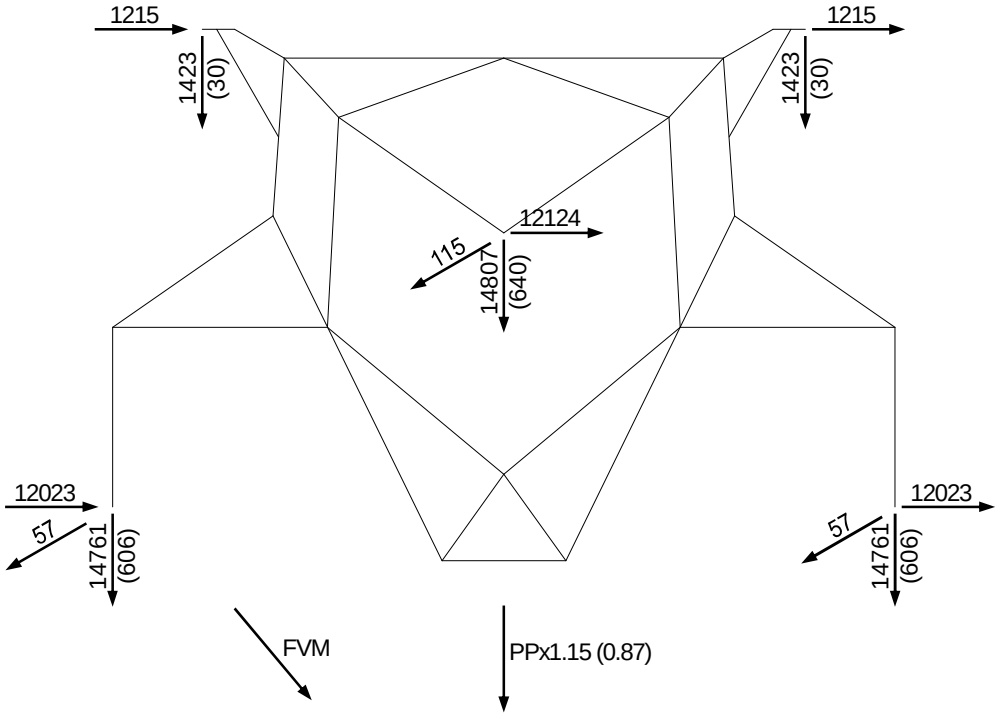
HIPÓTESE 1
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



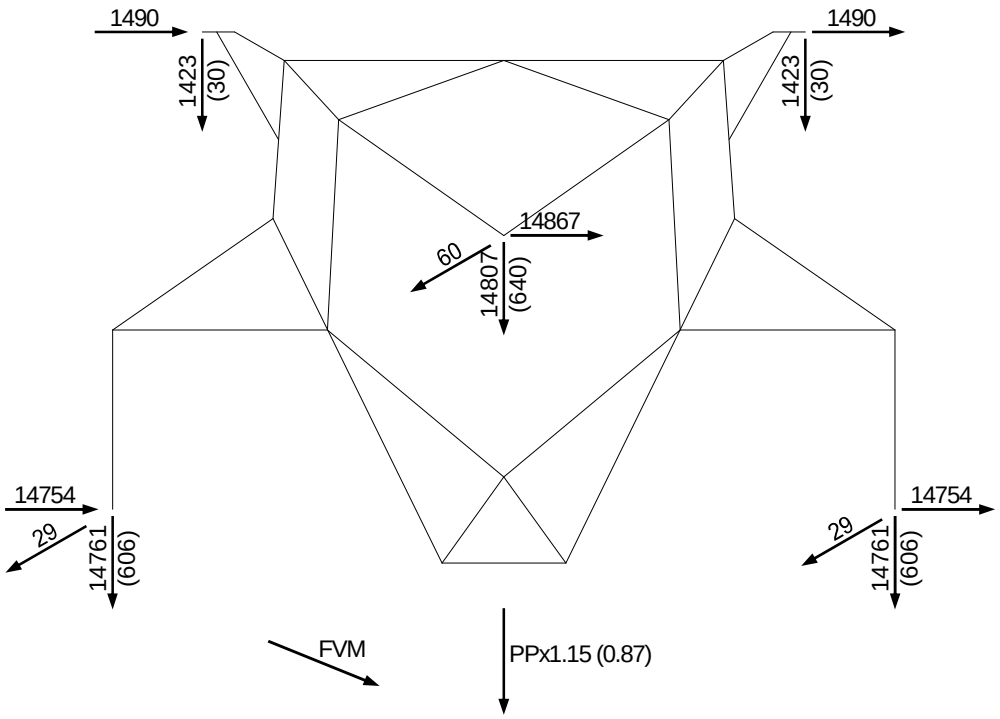
HIPÓTESE 2
(VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



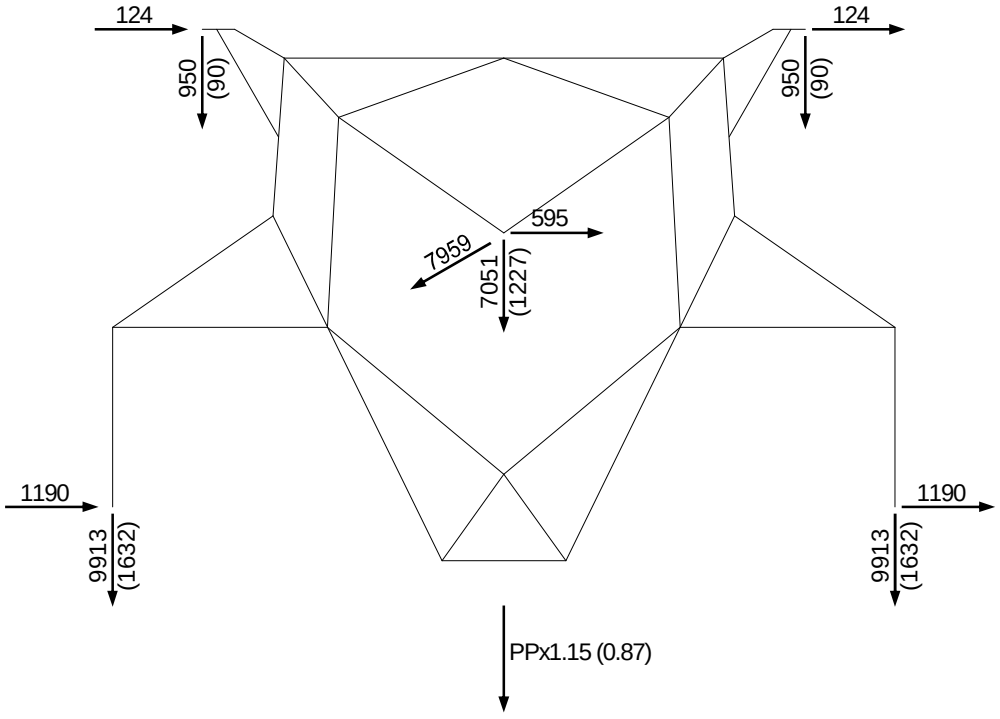
HIPÓTESE 3
(VENTO MÁXIMO A 45°)
(CABOS INTACTOS)



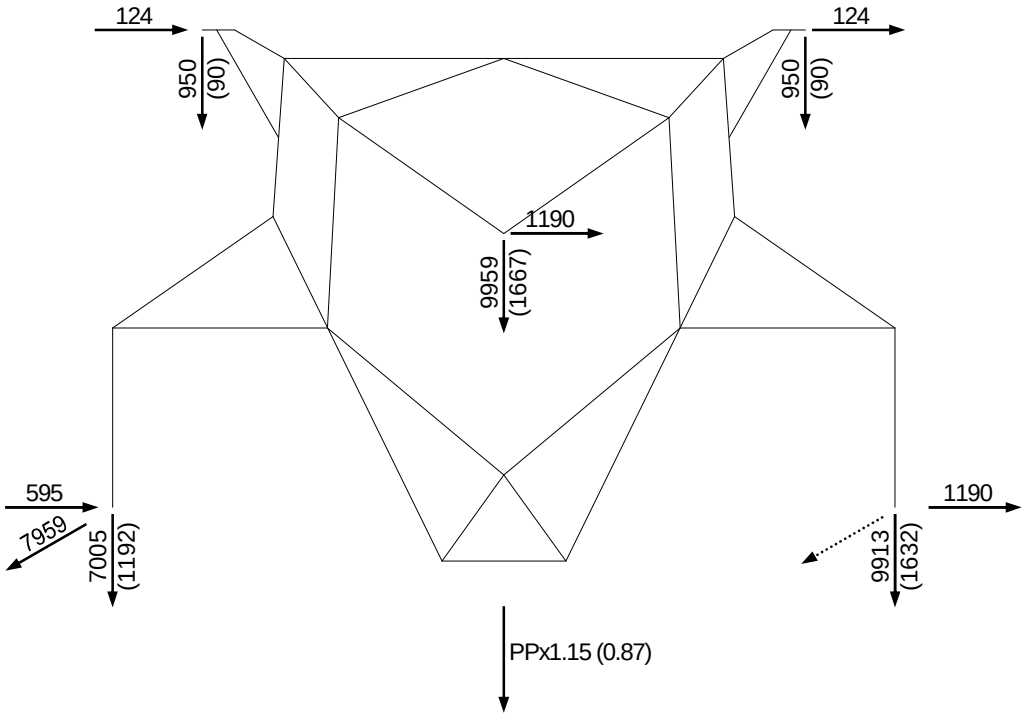
HIPÓTESE 3-60
(VENTO MÁXIMO A 60°)
(CABOS INTACTOS)



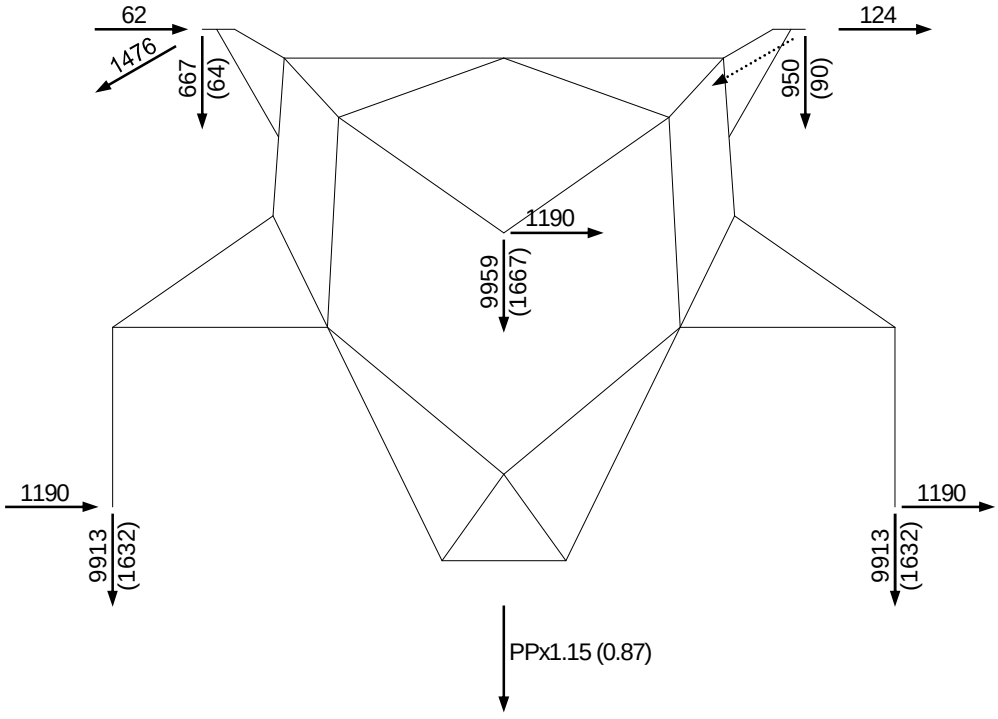
HIPÓTESE 3-75
(VENTO MÁXIMO A 75°)
(CABOS INTACTOS)



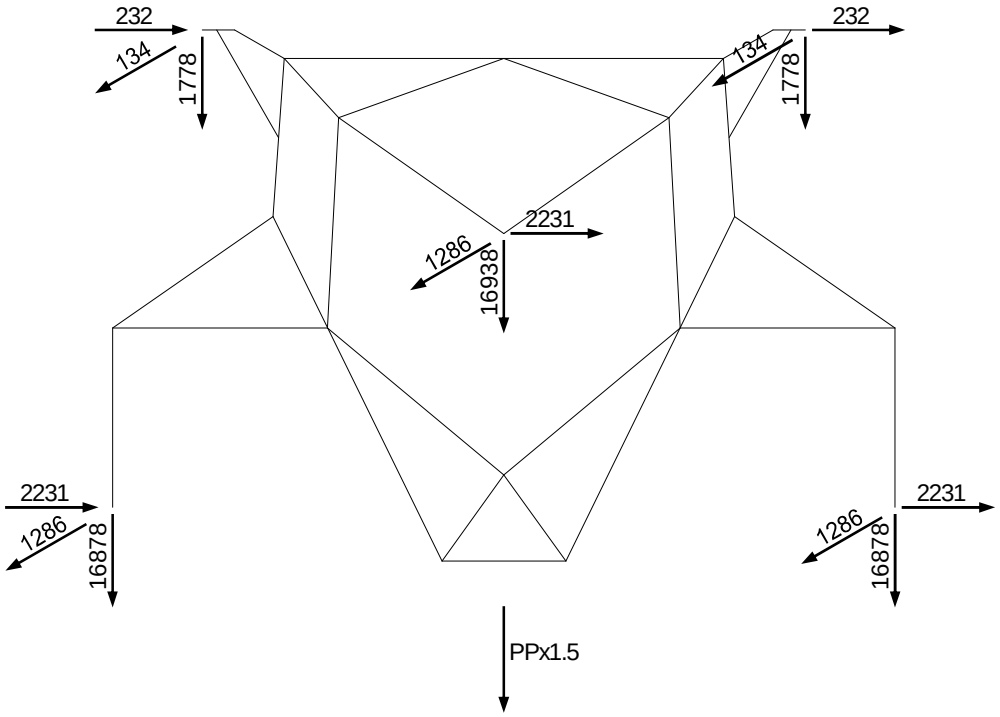
HIPÓTESE 4m
(SEM VENTO)
(RUPTURA DA FASE CENTRAL)



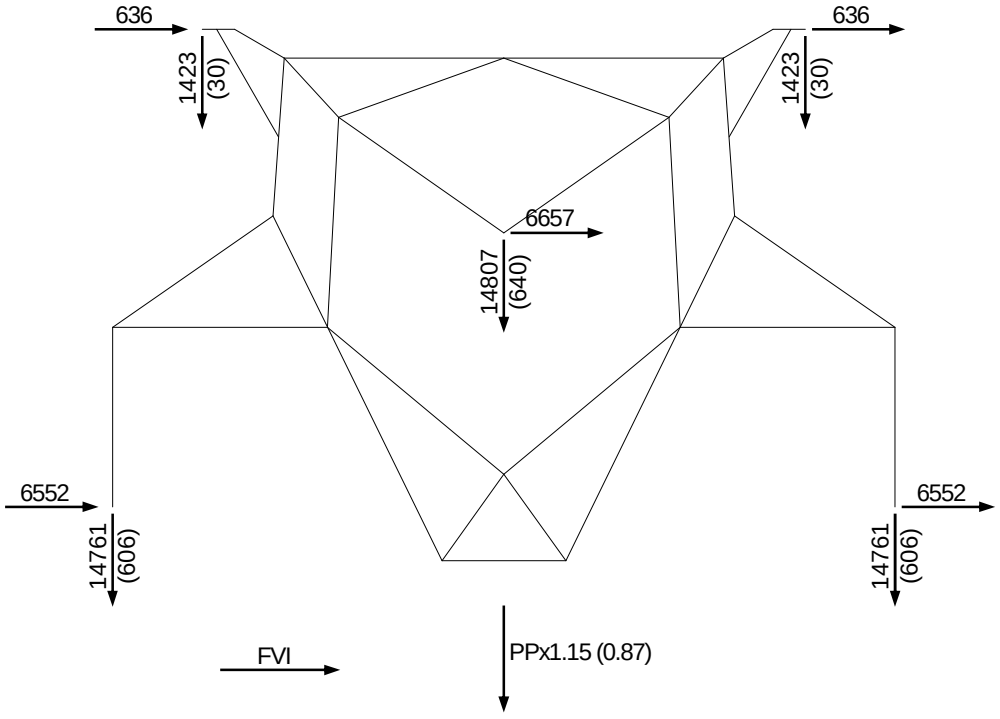
HIPÓTESE 4e e 4d
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE LATERAL)



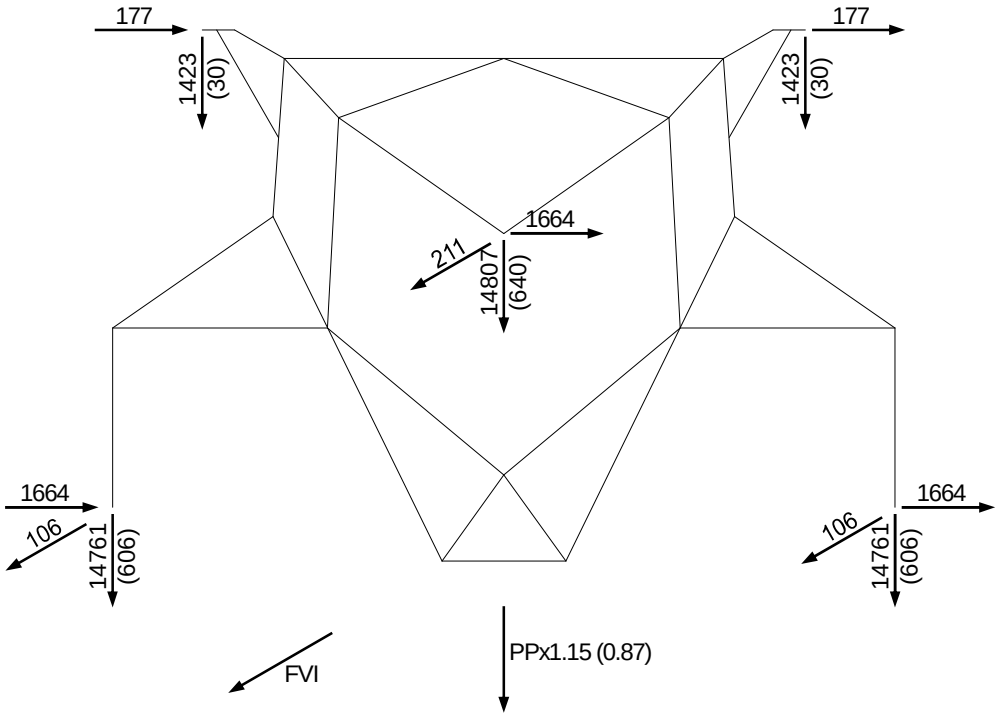
HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)



HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)

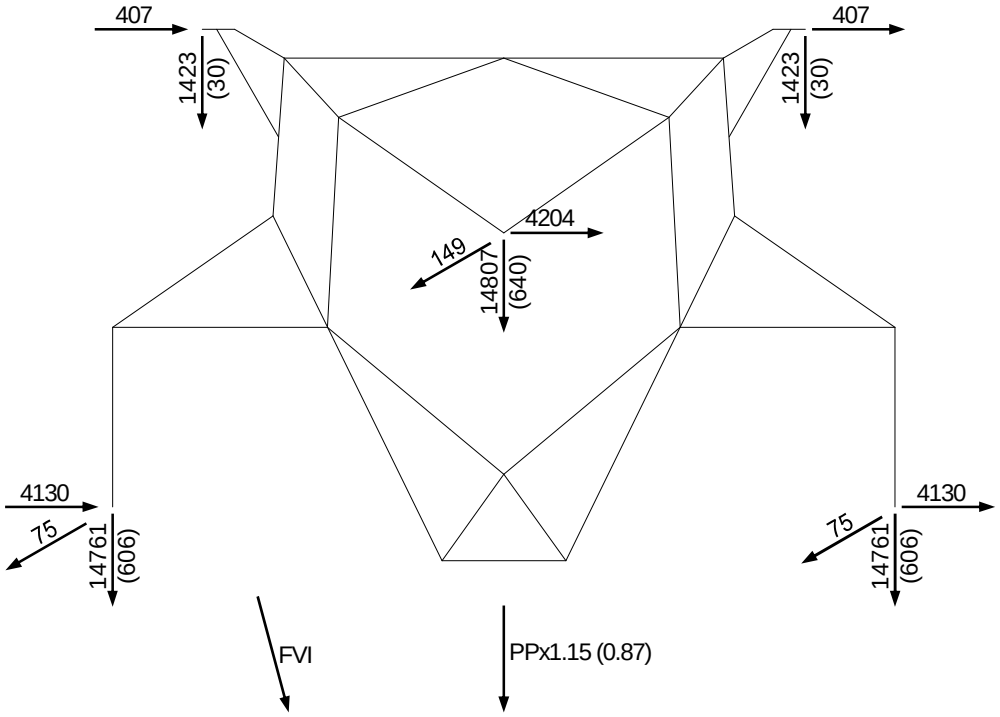


HIPÓTESE 7
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



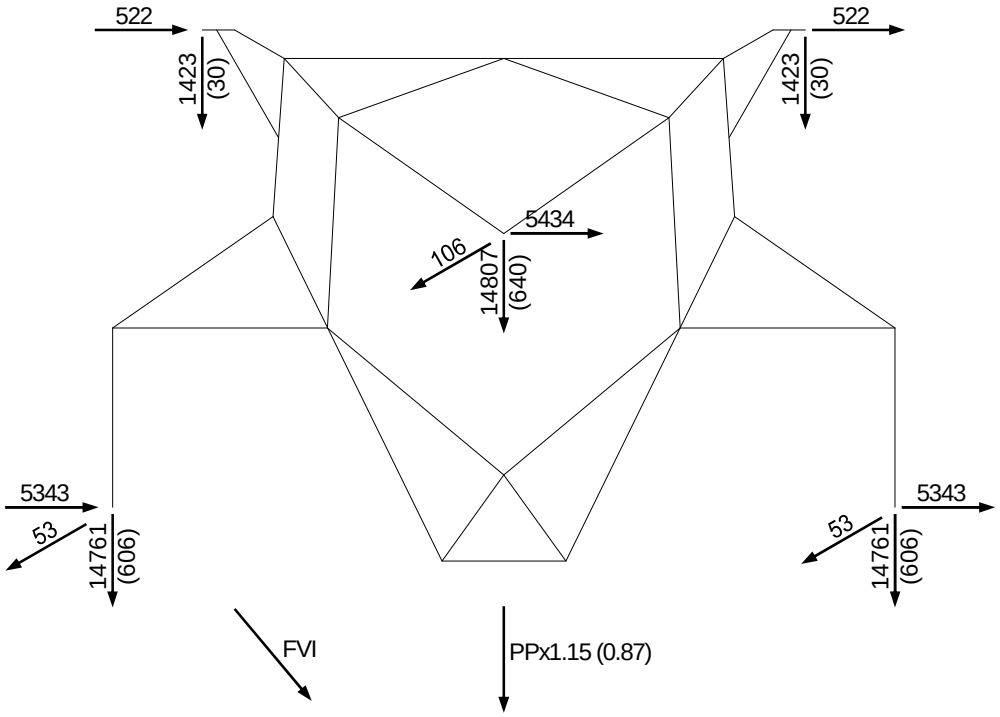
HIPÓTESE 8

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)

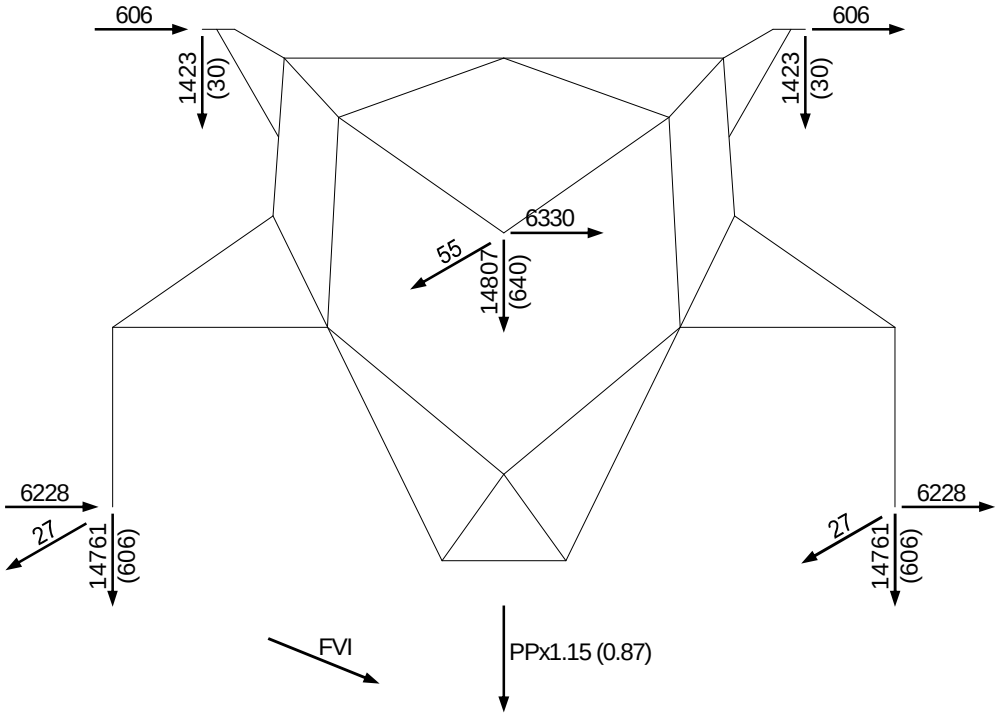


HIPÓTESE 9

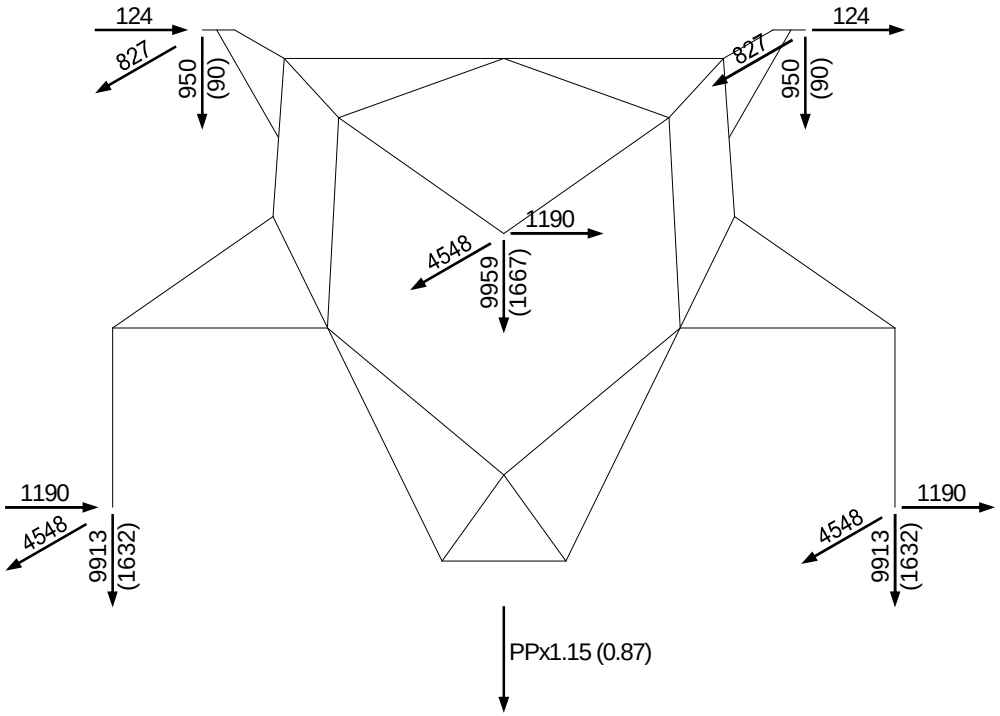
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)
(CABOS INTACTOS)



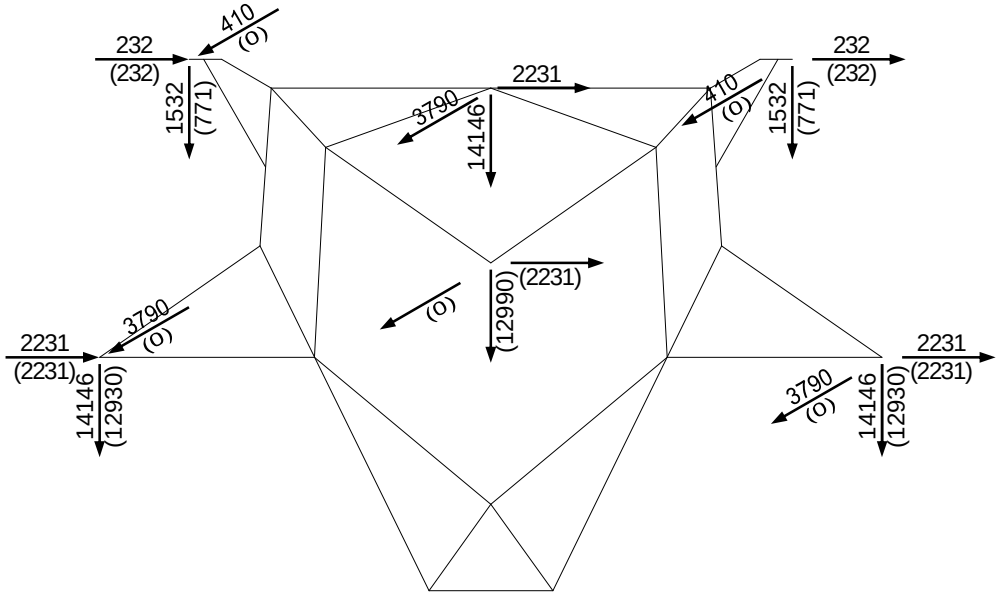
HIPÓTESE 9-60
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 60°)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9-75
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 75°)
(CABOS INTACTOS)

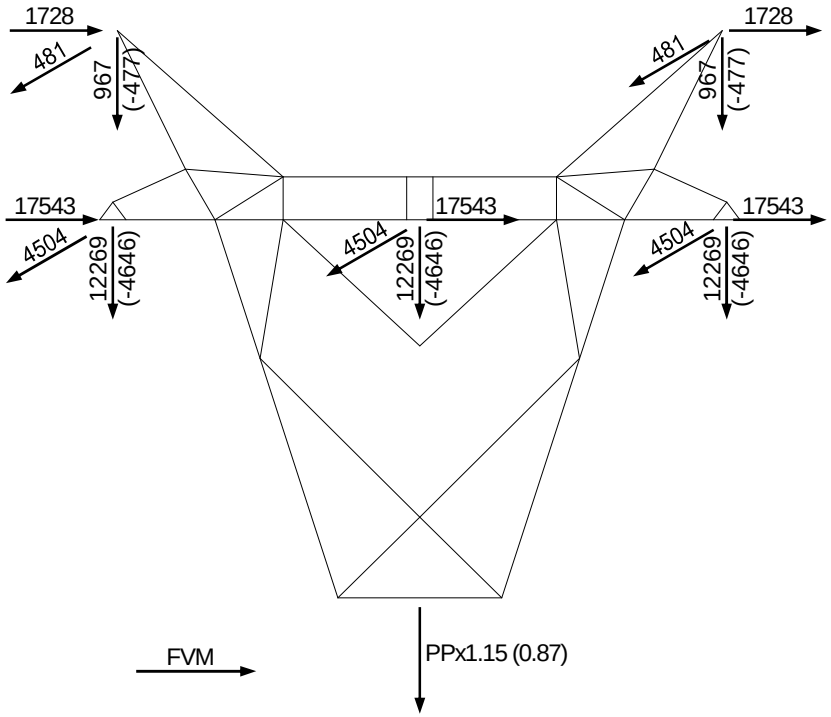


HIPÓTESE 10
(SEM VENTO)
(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)

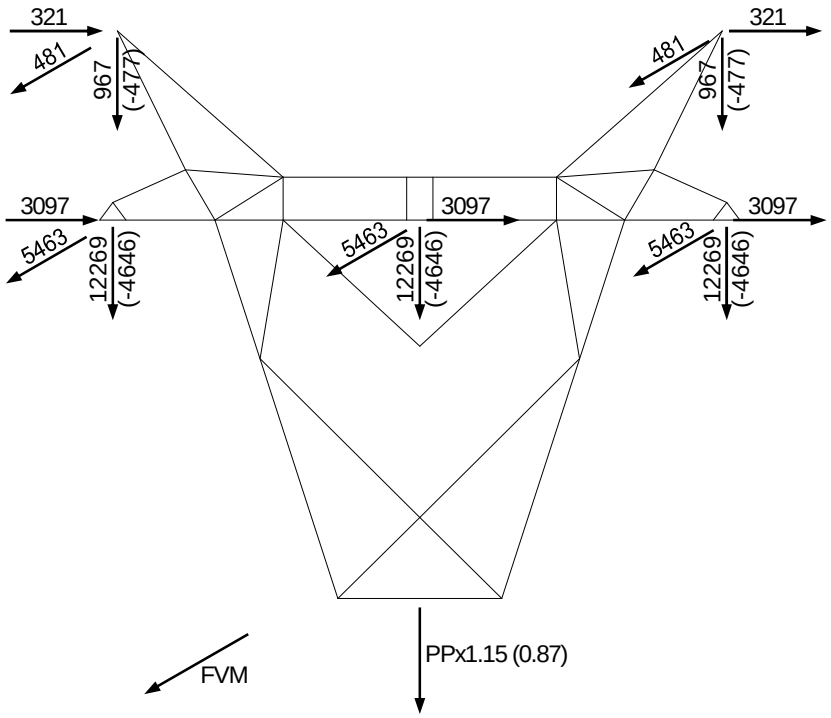


HIPÓTESE 11
(SEM VENTO)
(GRAMPEAMENTO)

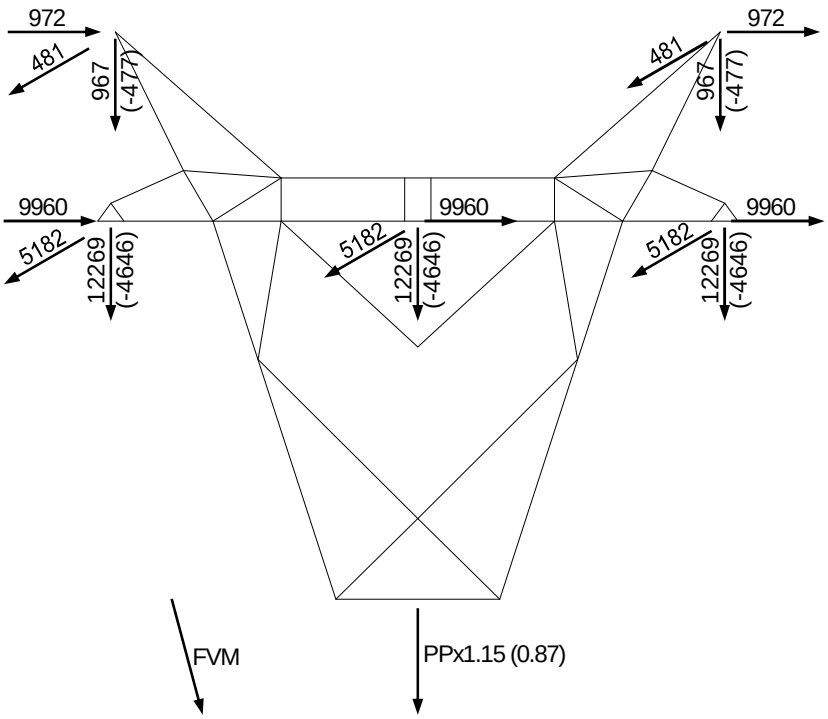
5.6.11.5 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA TIPO I52A1



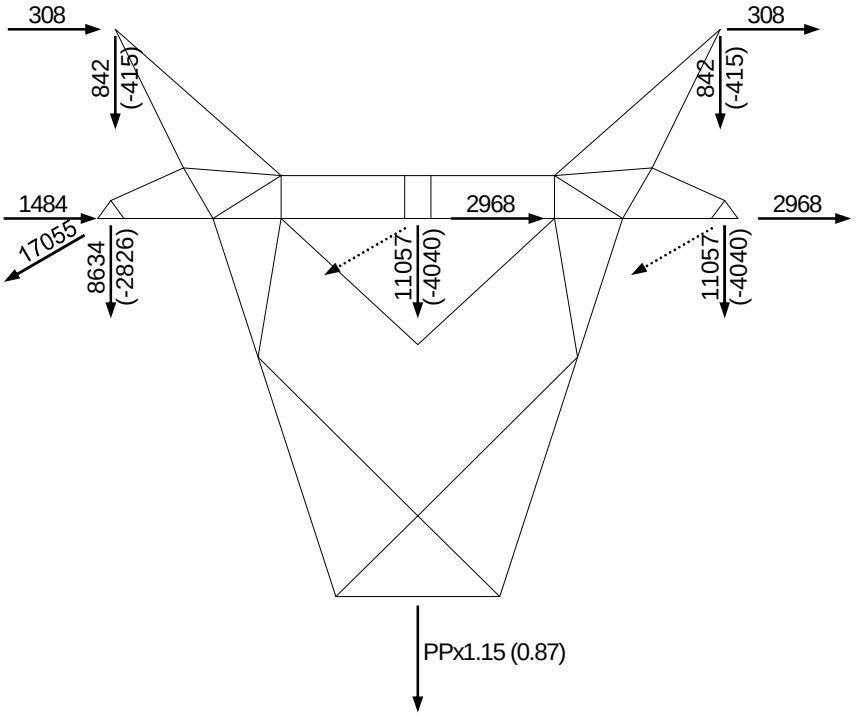
HIPÓTESE 1
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



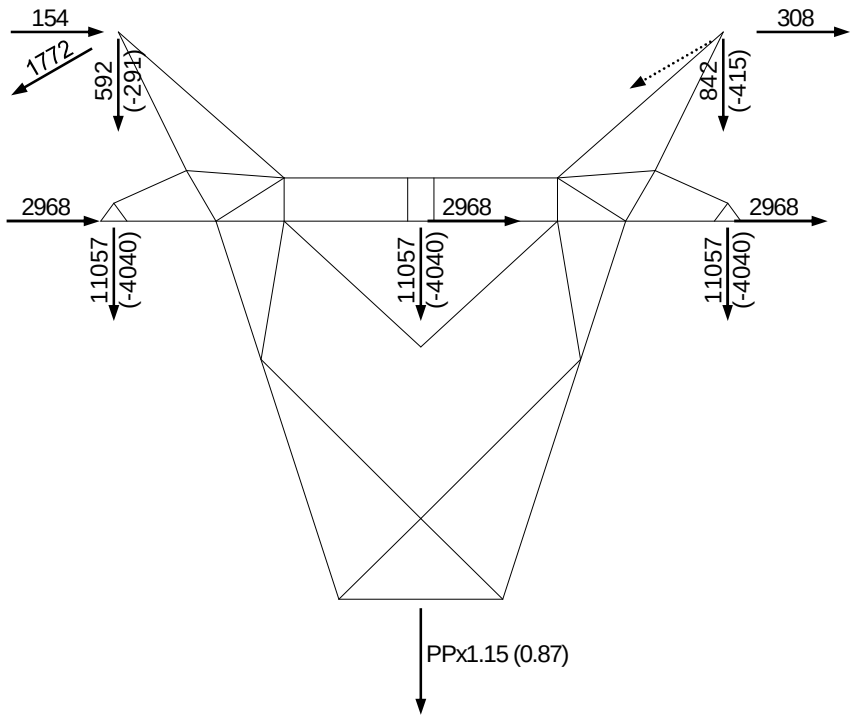
HIPÓTESE 2
(VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



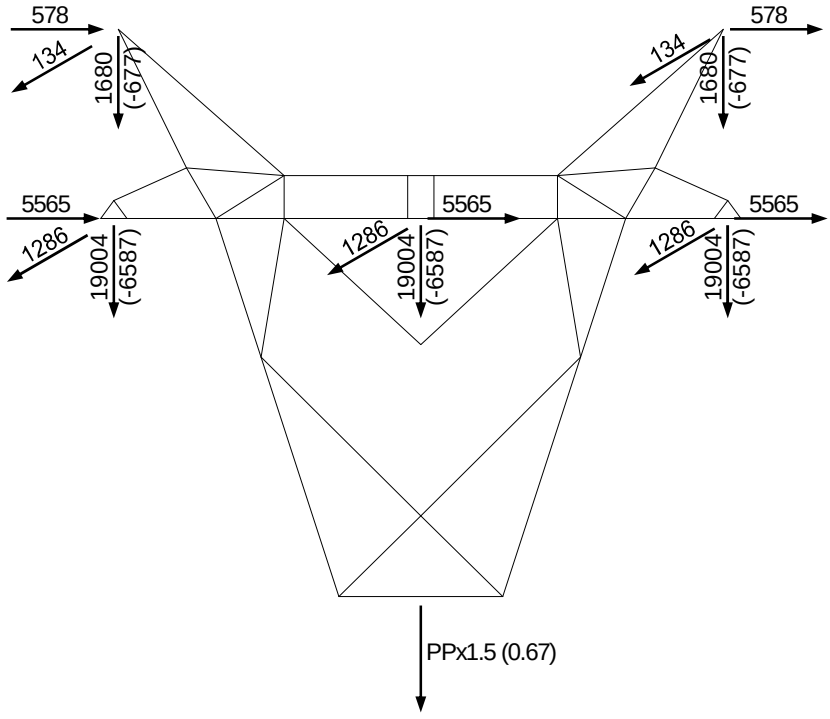
HIPÓTESE 3
(VENTO MÁXIMO A 45°)
(CABOS INTACTOS)



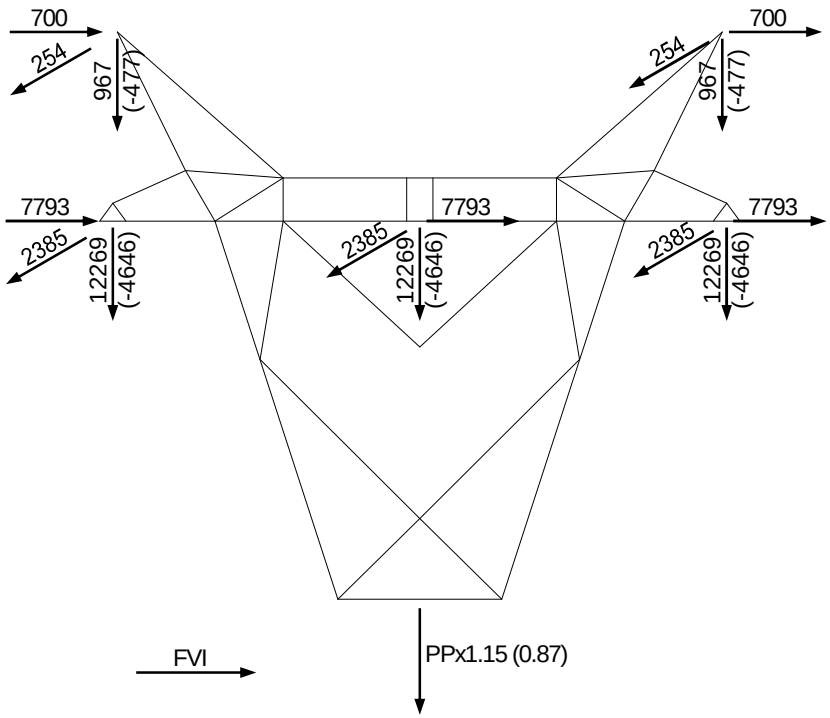
HIPÓTESE 4
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE)



HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)

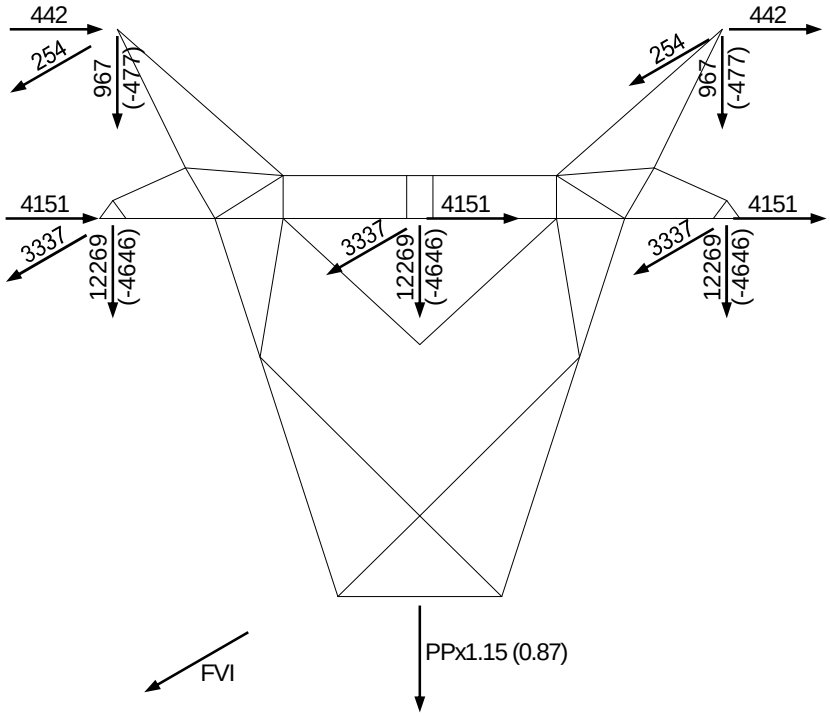


HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



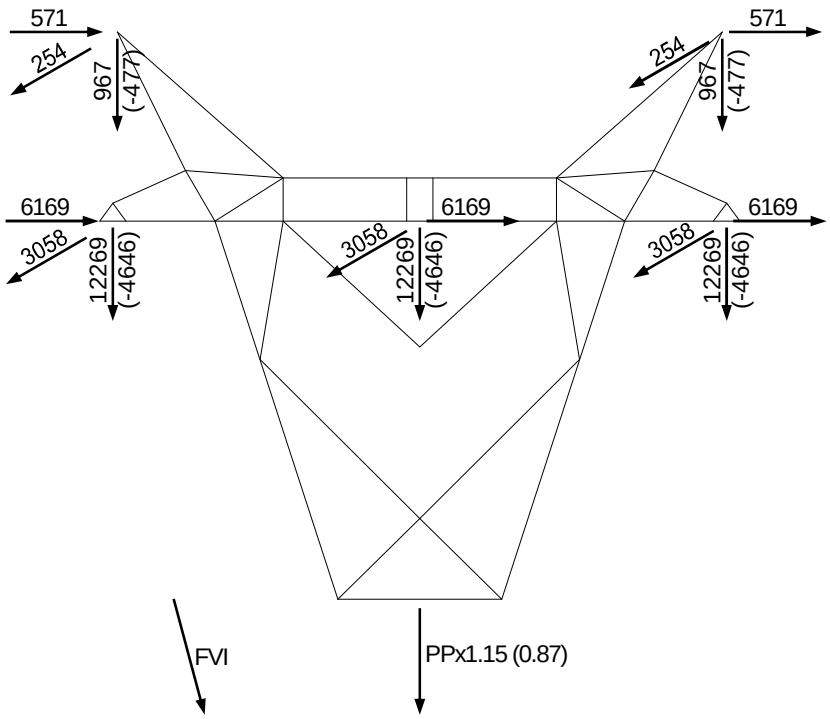
HIPÓTESE 7

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 8

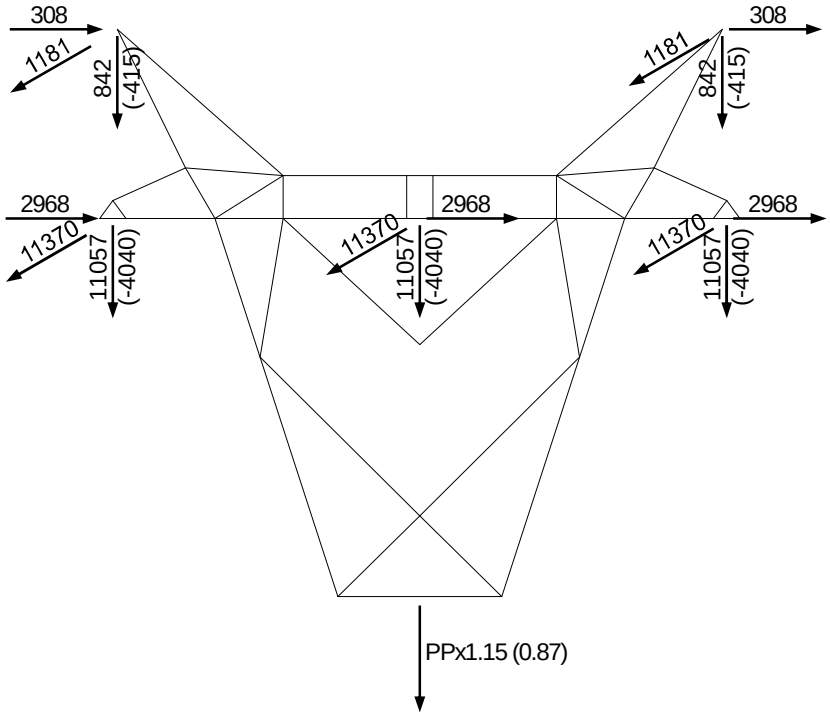
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45º)

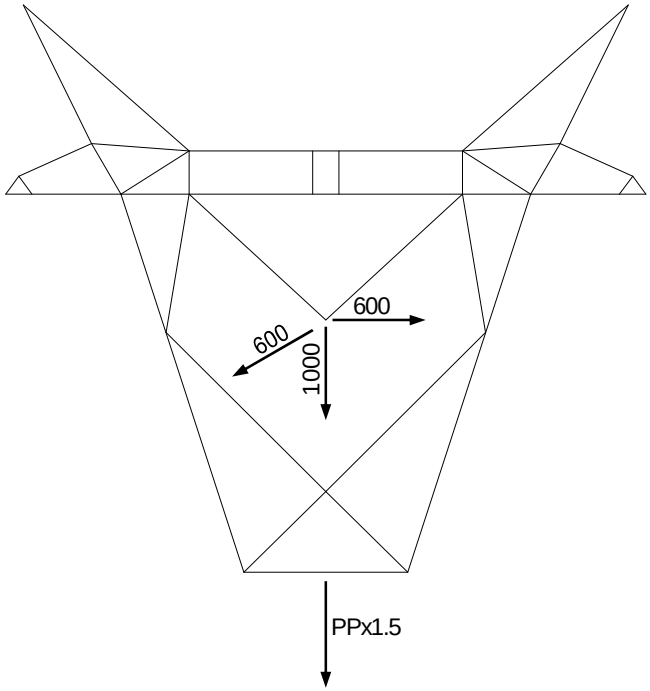
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 10

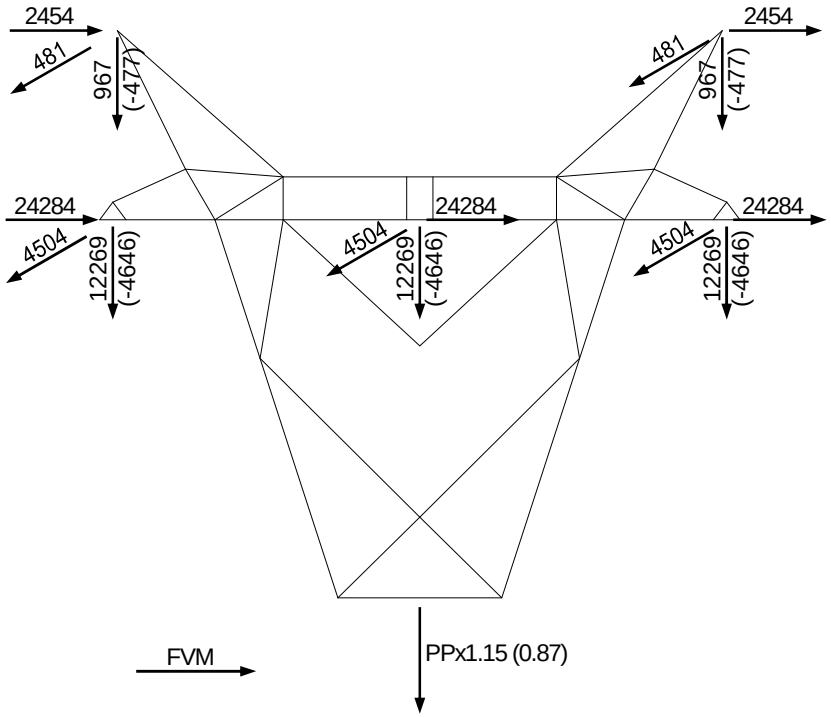
(SEM VENTO)

(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)

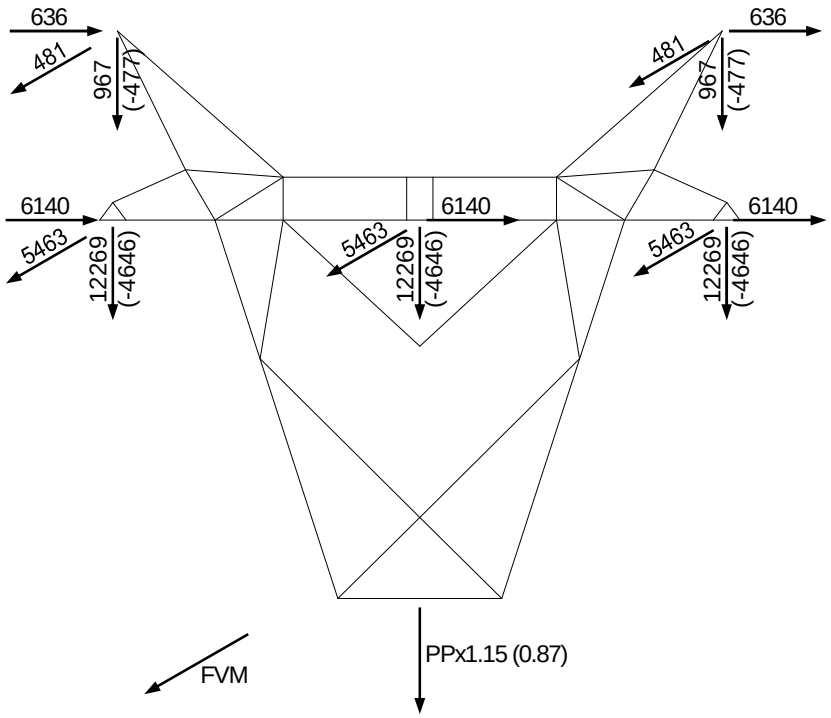


HIPÓTESE ESP
(SEM VENTO)
(CARGAS NA CADEIA V DO "JUMPER")

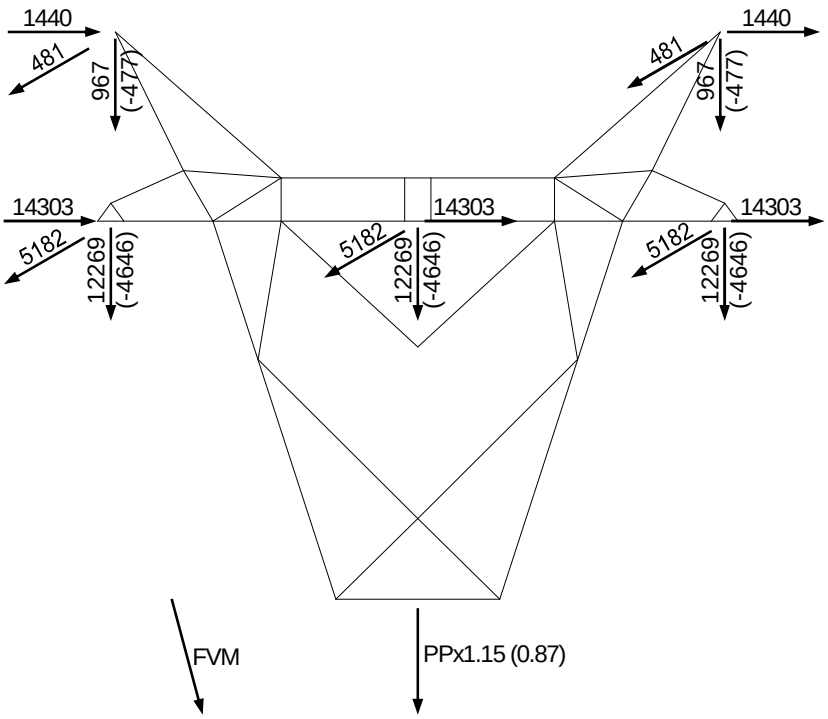
5.6.11.6 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA TIPO I52A2



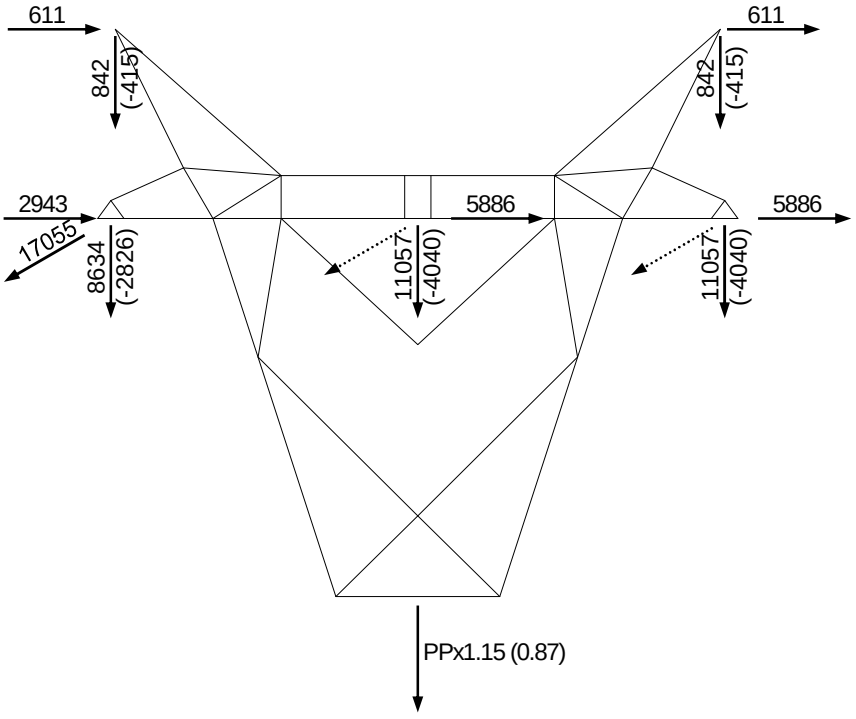
HIPÓTESE 1
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



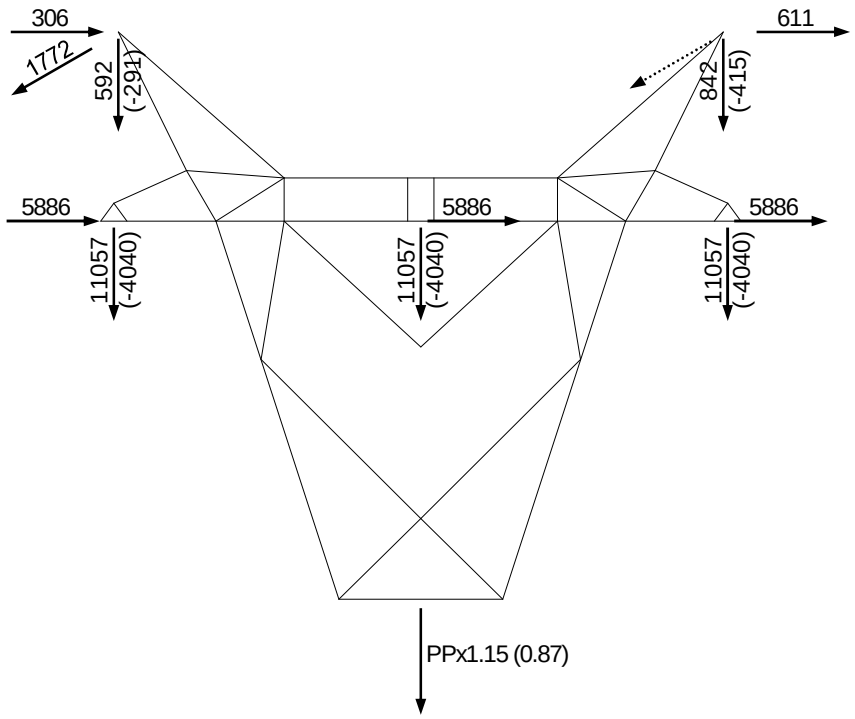
HIPÓTESE 2
(VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



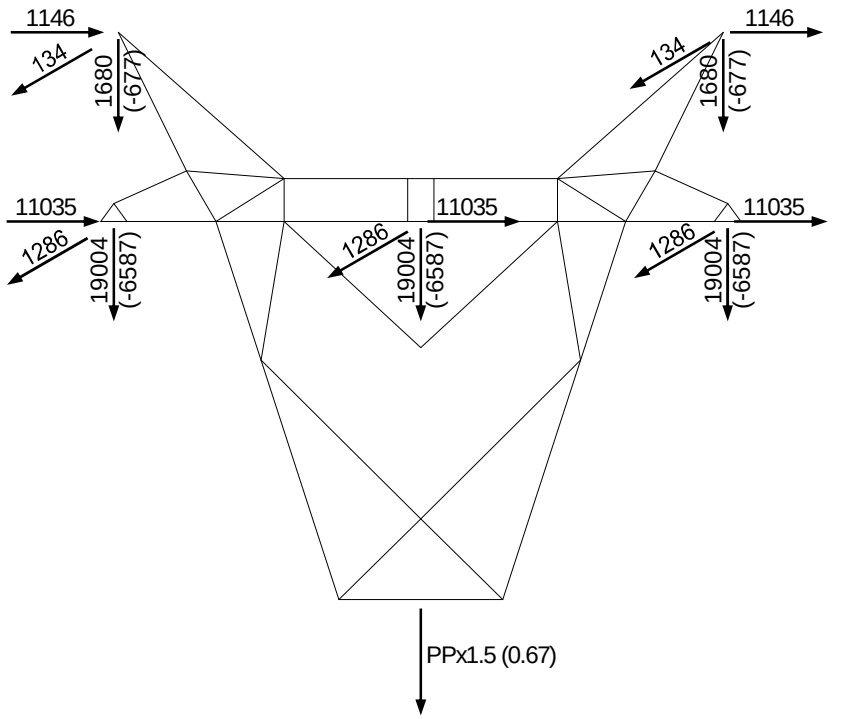
HIPÓTESE 3
(VENTO MÁXIMO A 45°)
(CABOS INTACTOS)



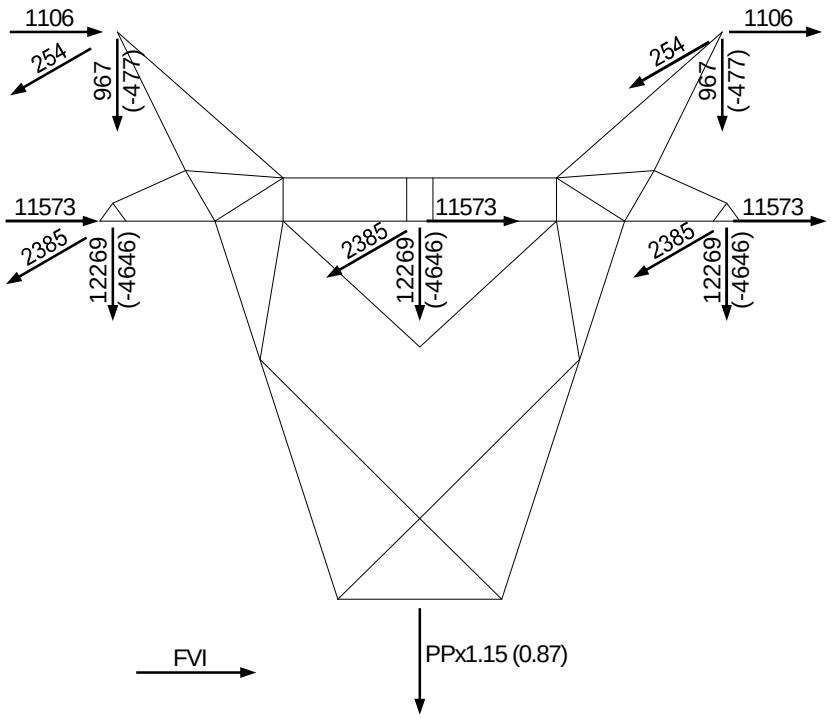
HIPÓTESE 4
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE)



HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)

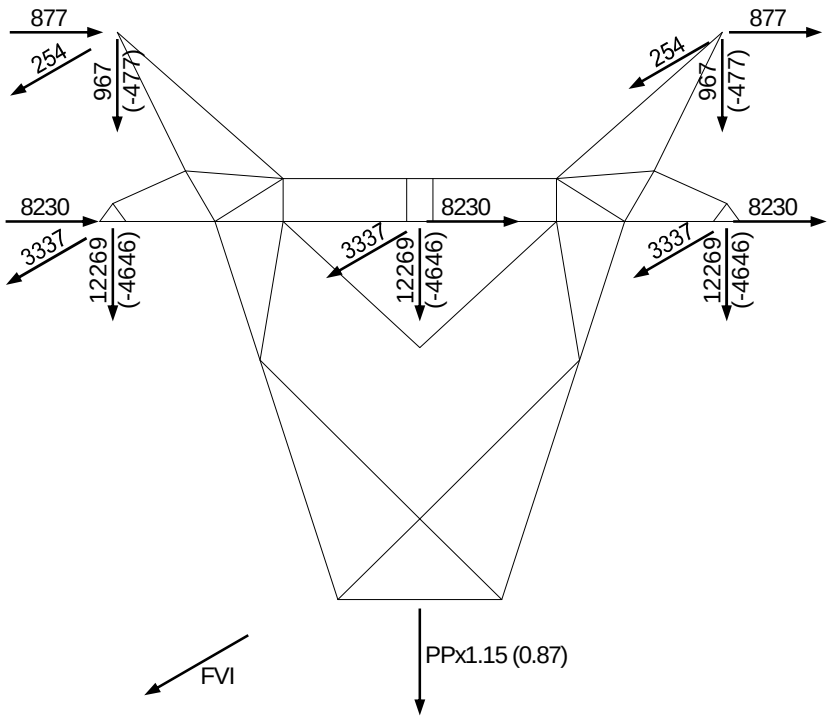


HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



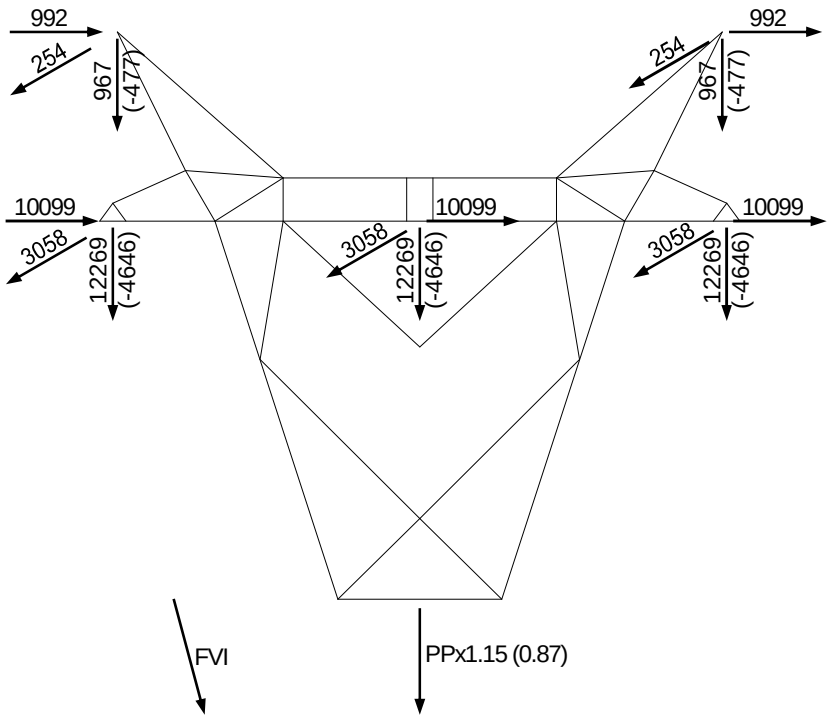
HIPÓTESE 7

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 8

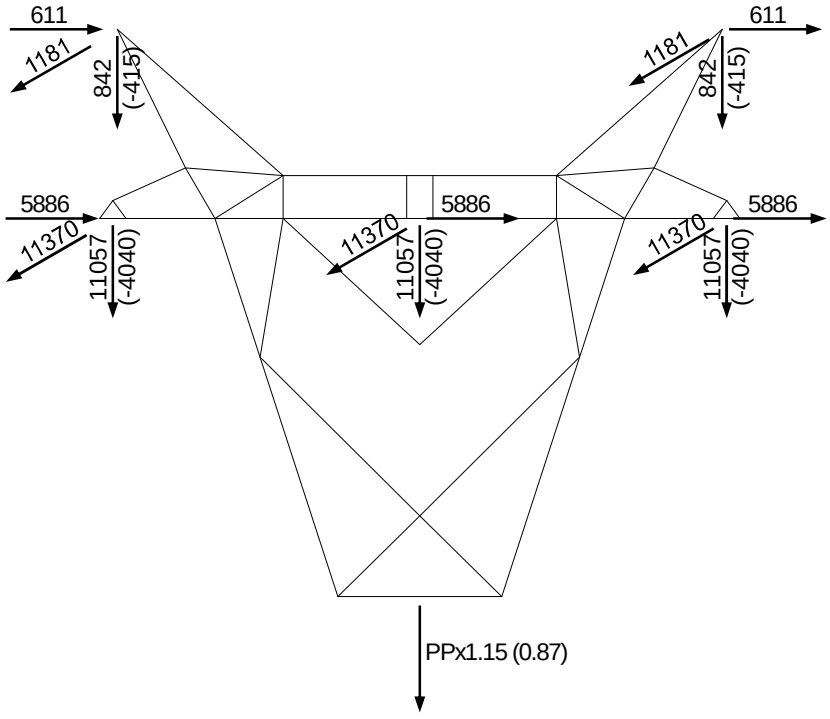
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)

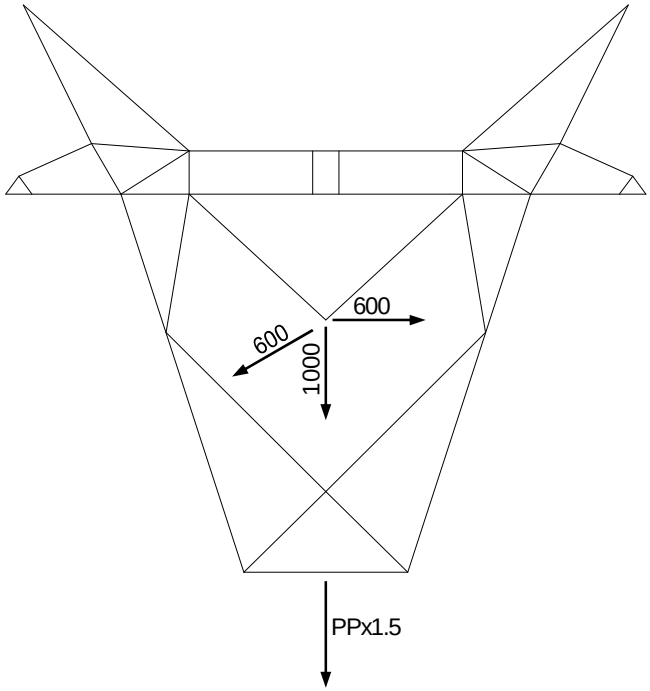
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 10

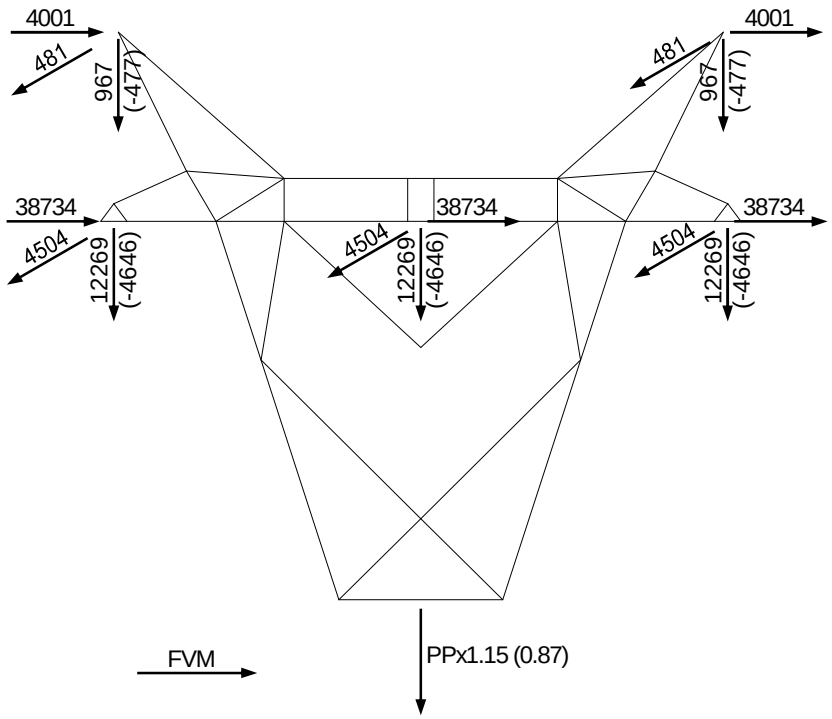
(SEM VENTO)

(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)

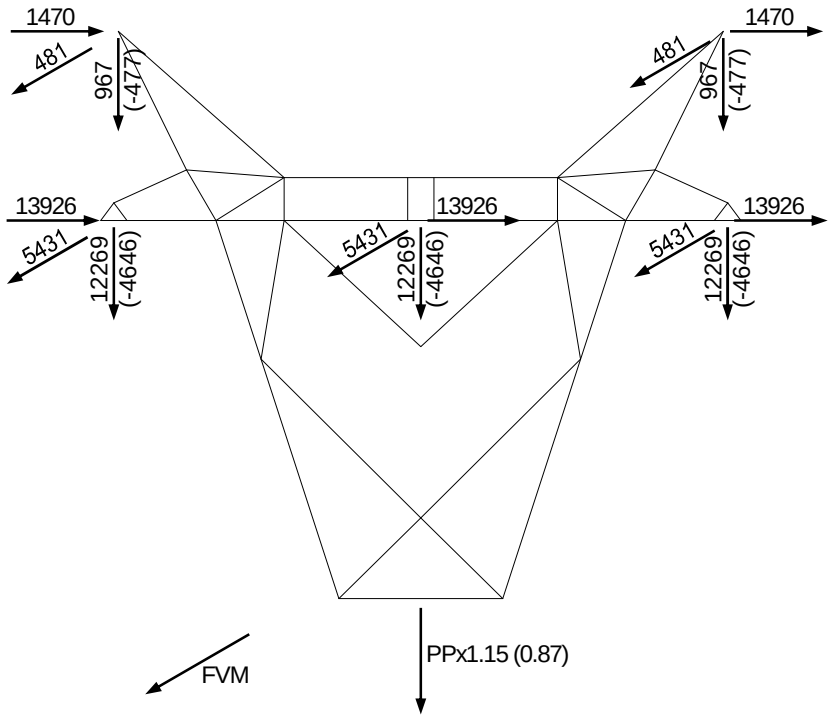


HIPÓTESE ESP
(SEM VENTO)
(CARGAS NA CADEIA V DO "JUMPER")

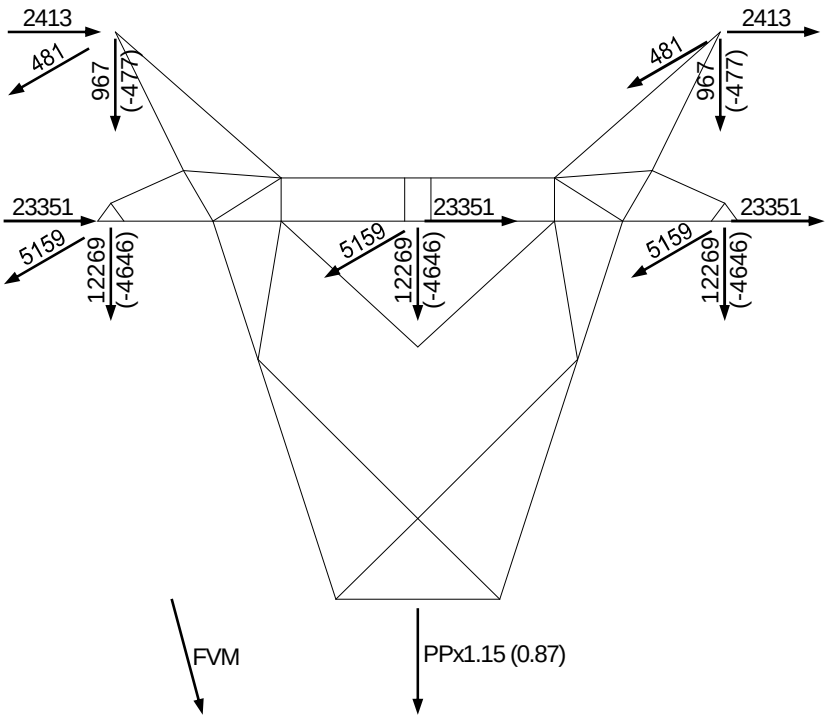
5.6.11.7 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA TIPO I52AT



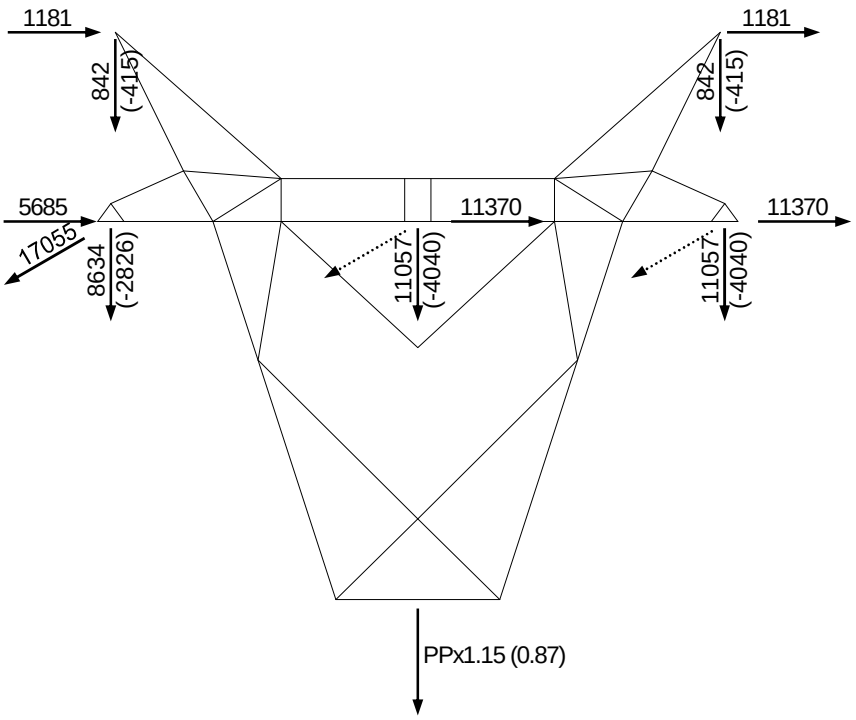
HIPÓTESE 1
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



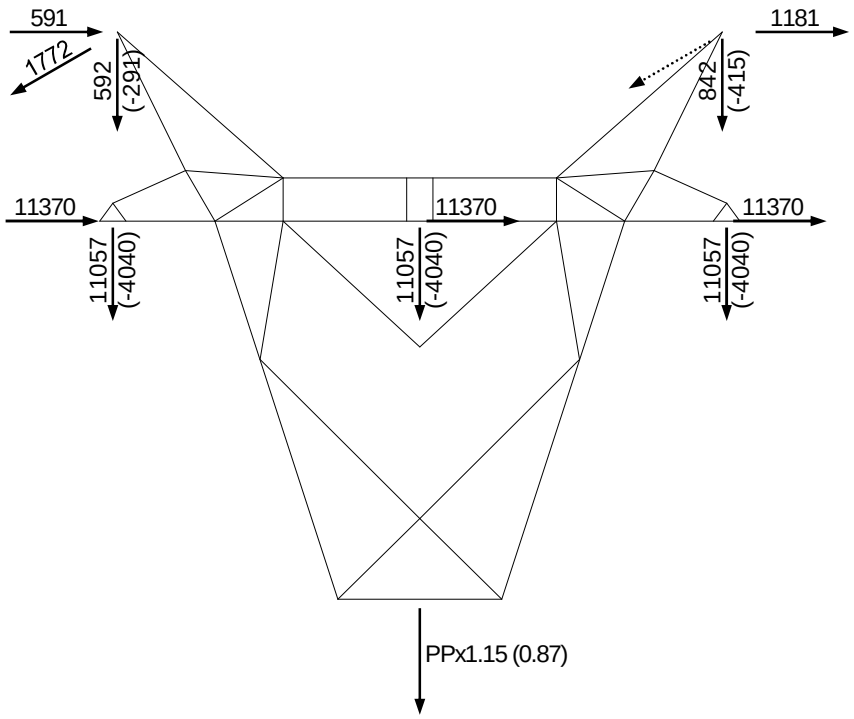
HIPÓTESE 2
(VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



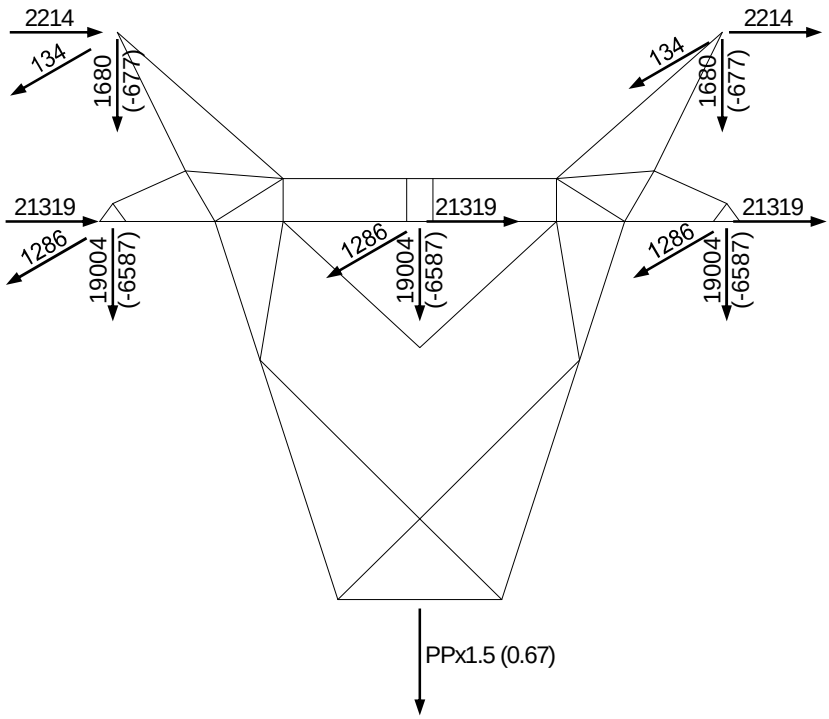
HIPÓTESE 3
(VENTO MÁXIMO A 45°)
(CABOS INTACTOS)



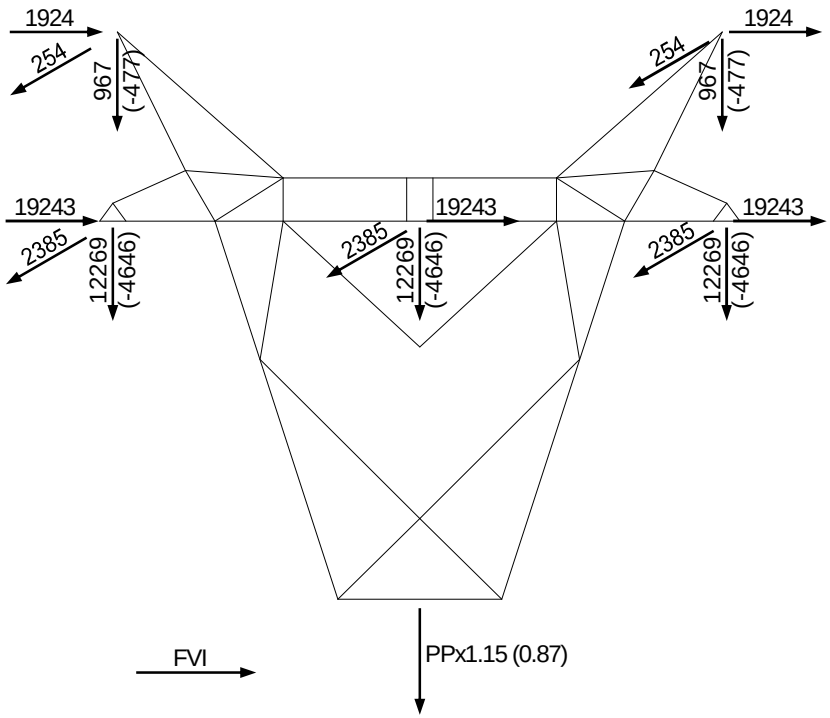
HIPÓTESE 4
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE)



HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)

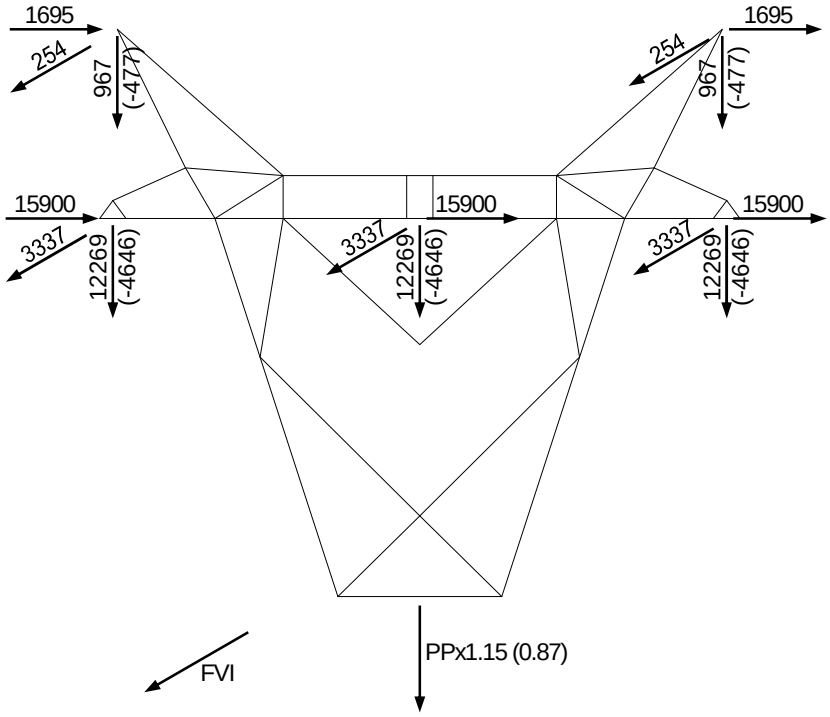


HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



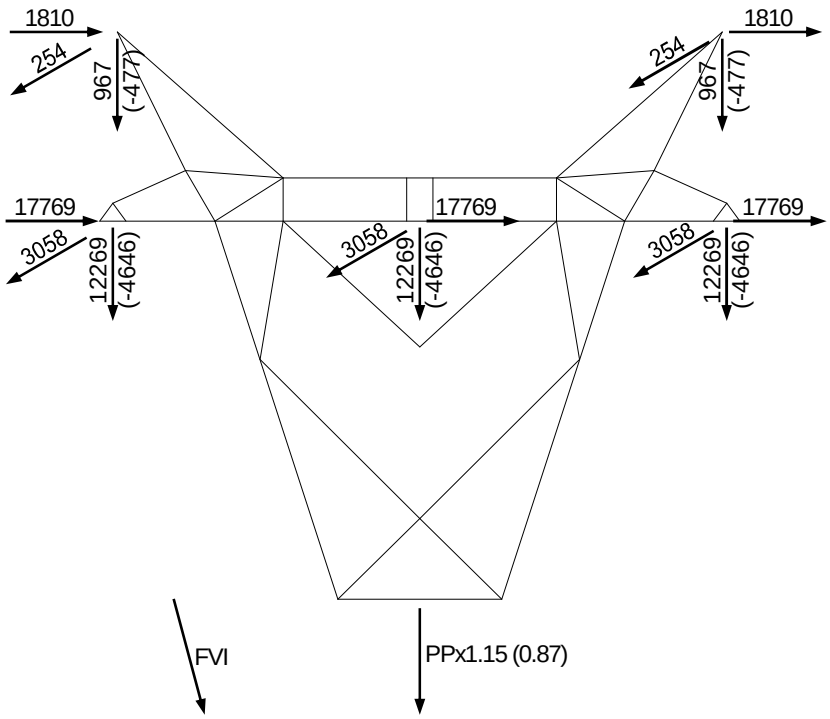
HIPÓTESE 7

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 8

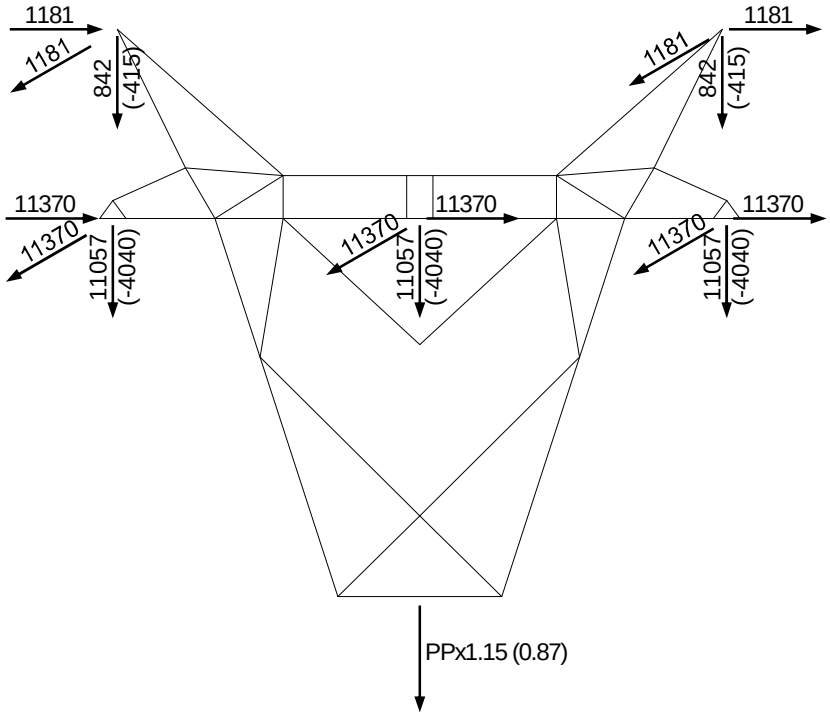
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)

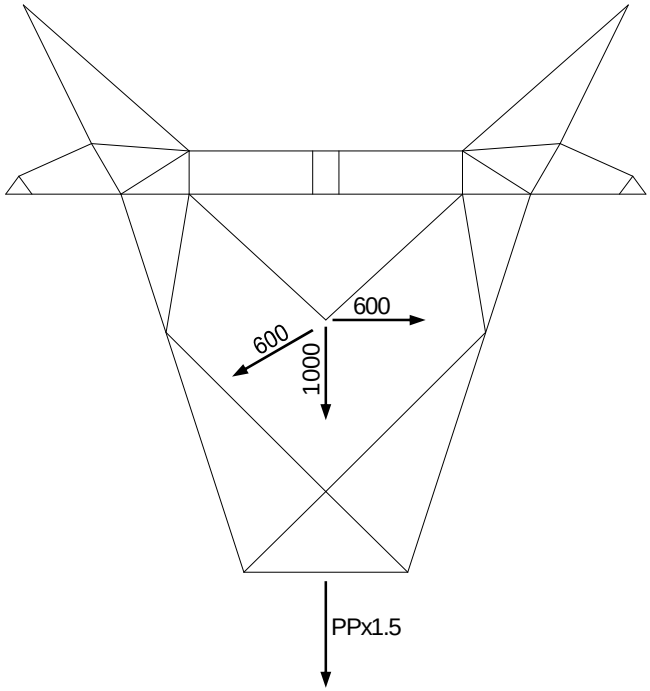
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 10

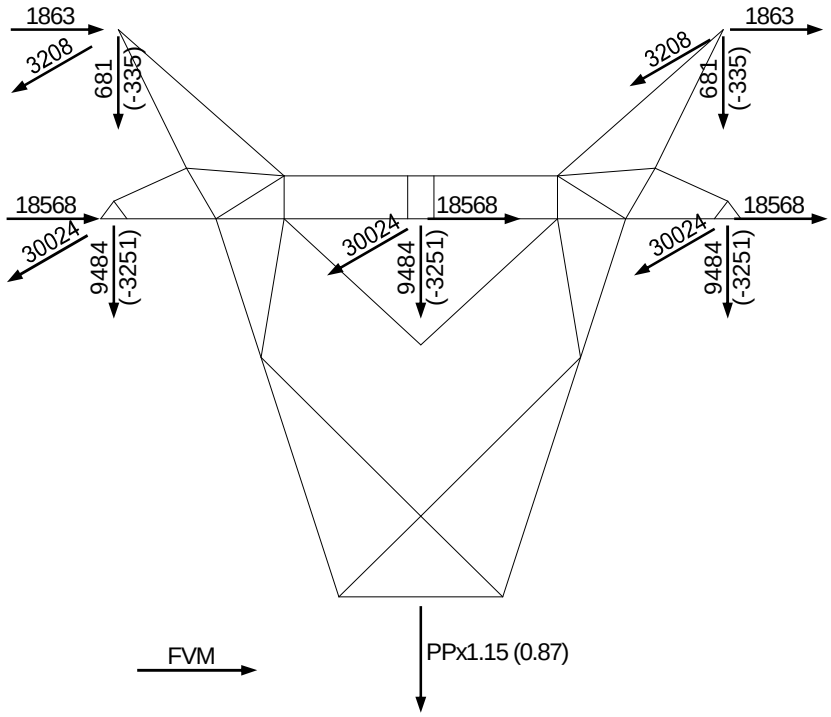
(SEM VENTO)

(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)

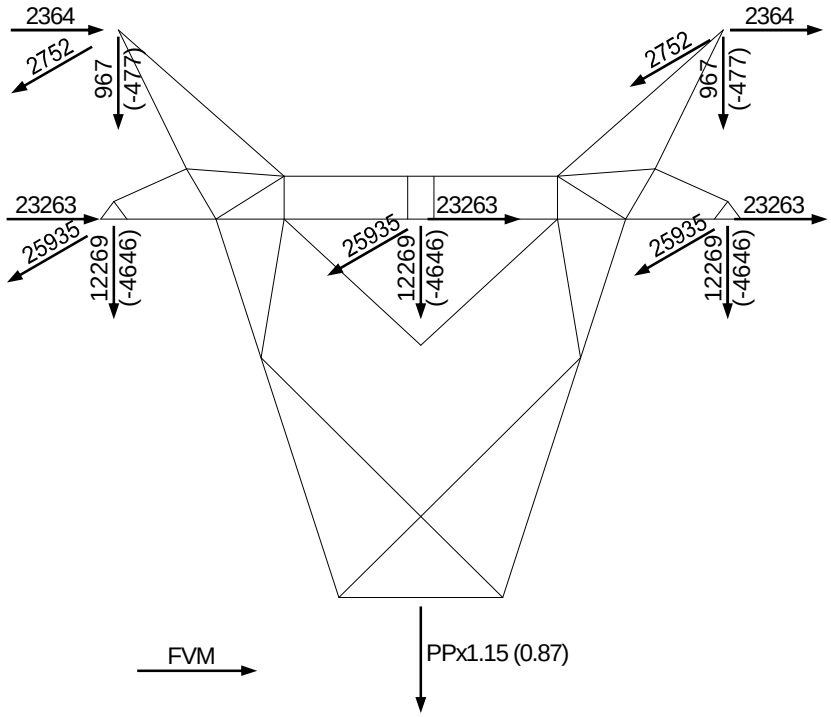


HIPÓTESE ESP
(SEM VENTO)
(CARGAS NA CADEIA V DO "JUMPER")

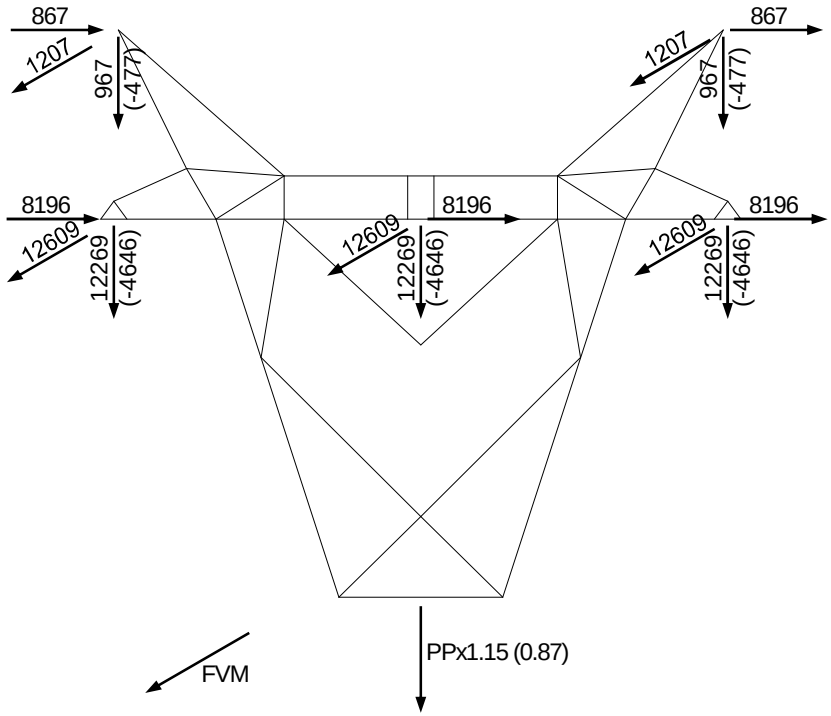
5.6.11.8 ESTRUTURA DE ANCORAGEM FIM DE LINHA TIPO I52AT



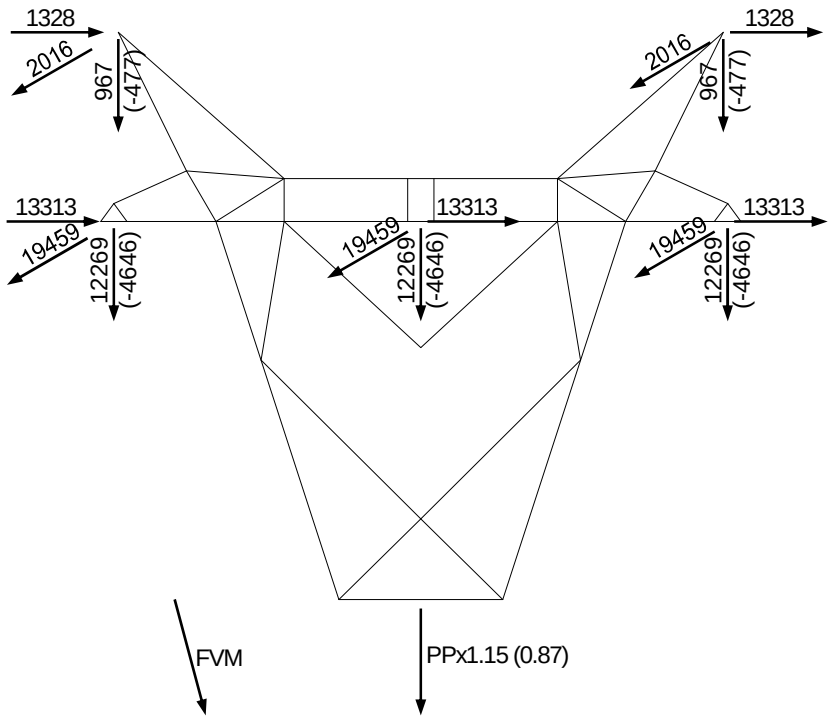
HIPÓTESE 1Ta
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



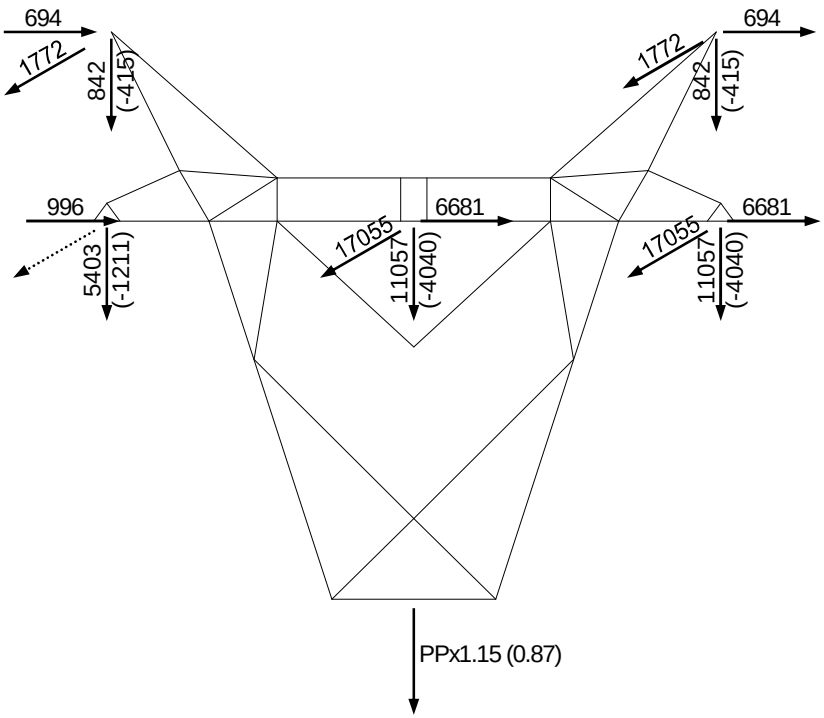
HIPÓTESE 1Tb
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



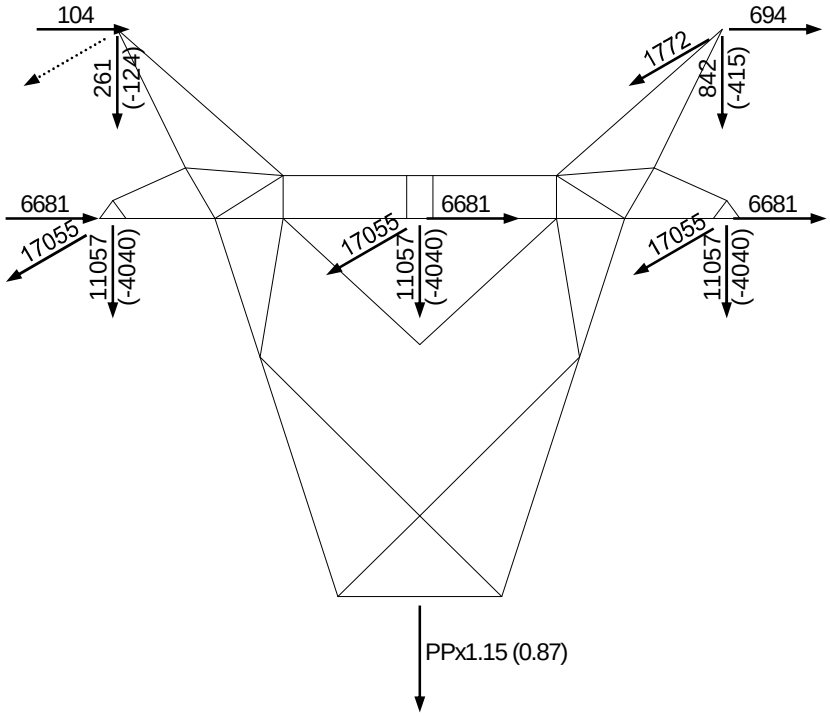
HIPÓTESE 2T
(VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



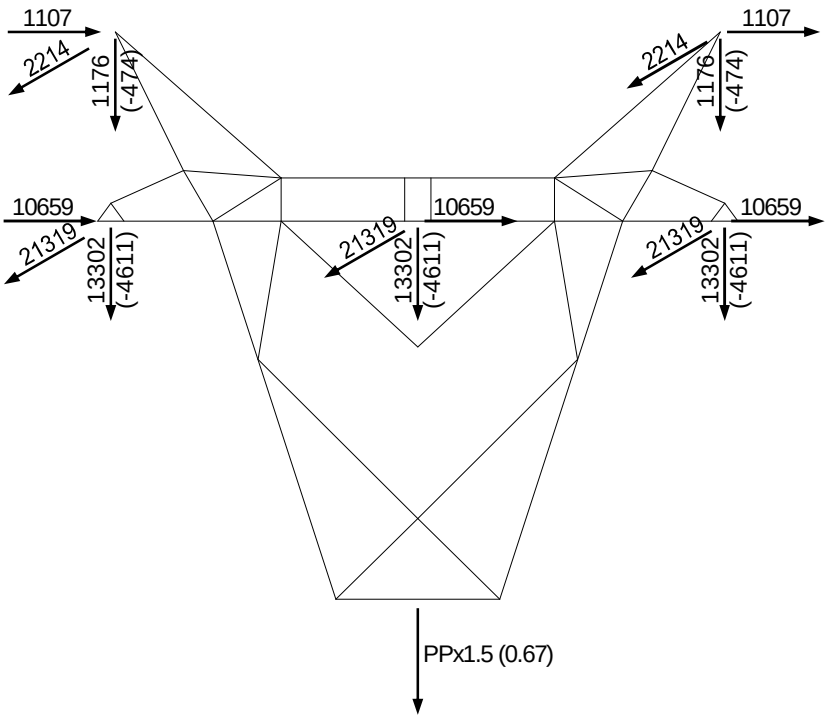
HIPÓTESE 3T
(VENTO MÁXIMO A 45°)
(CABOS INTACTOS)



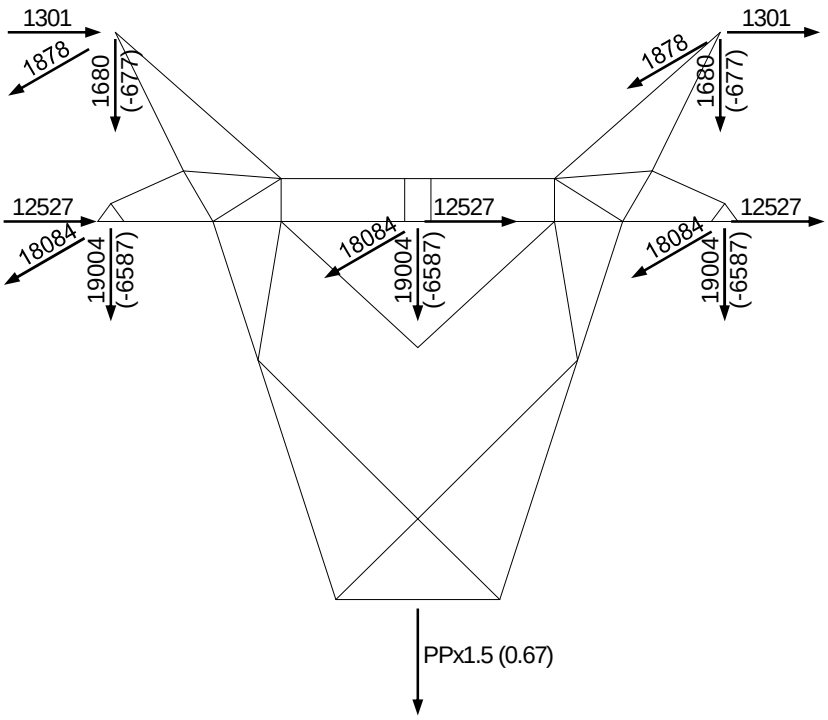
HIPÓTESE 4T
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE)



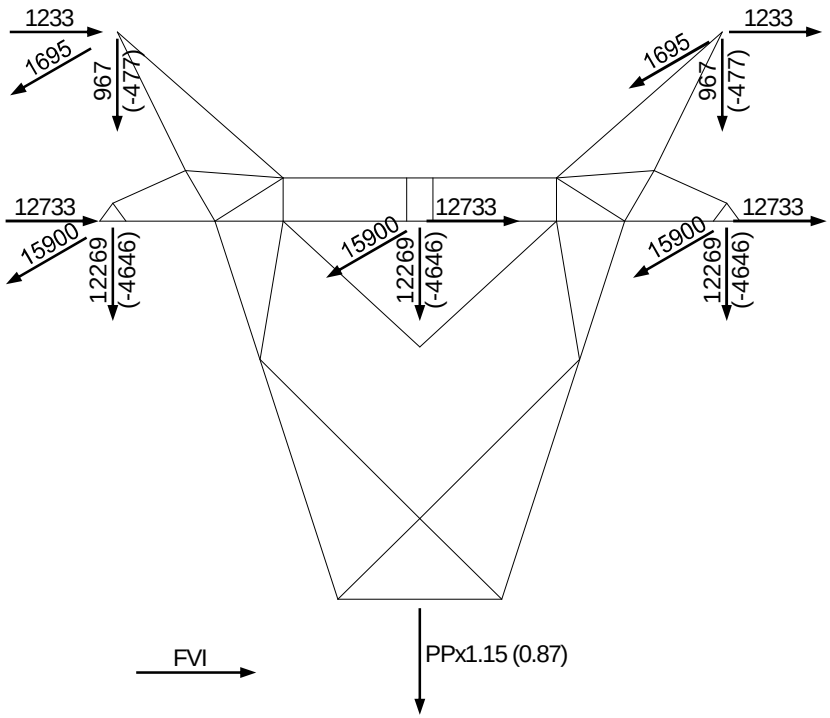
HIPÓTESE 5T
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)



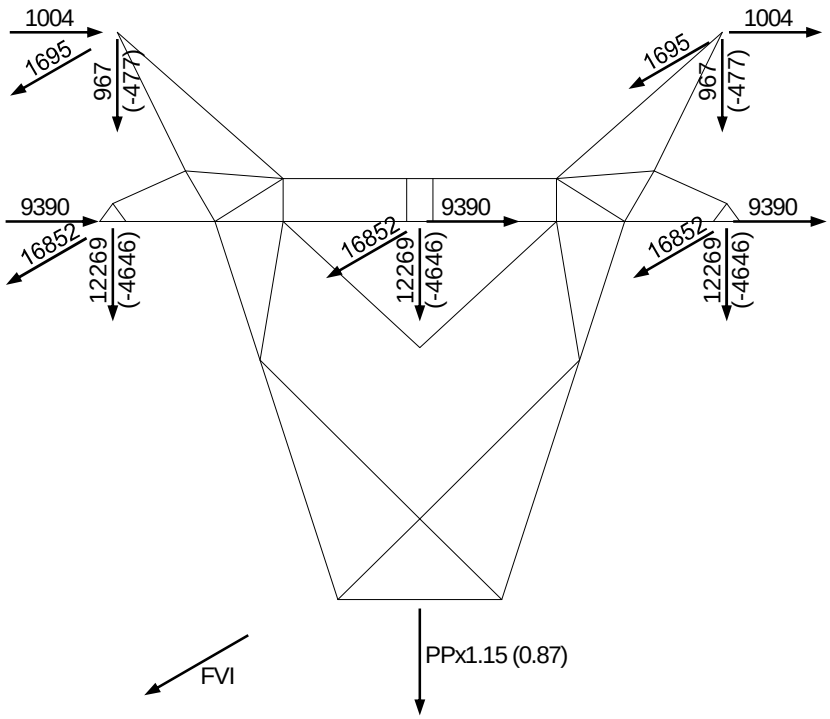
HIPÓTESE 6Ta
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



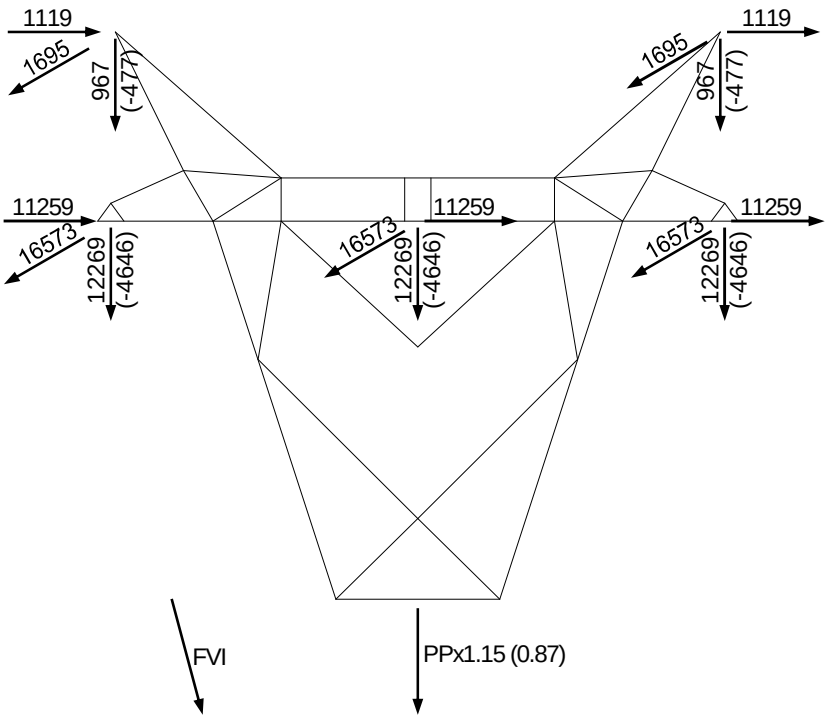
HIPÓTESE 6Tb
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



HIPÓTESE 7T
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 8T
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)

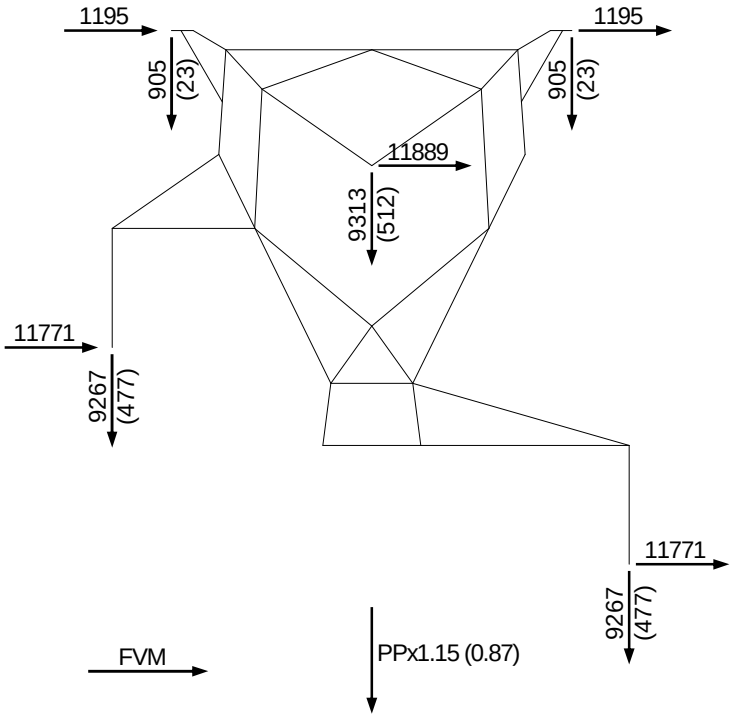


HIPÓTESE 9T

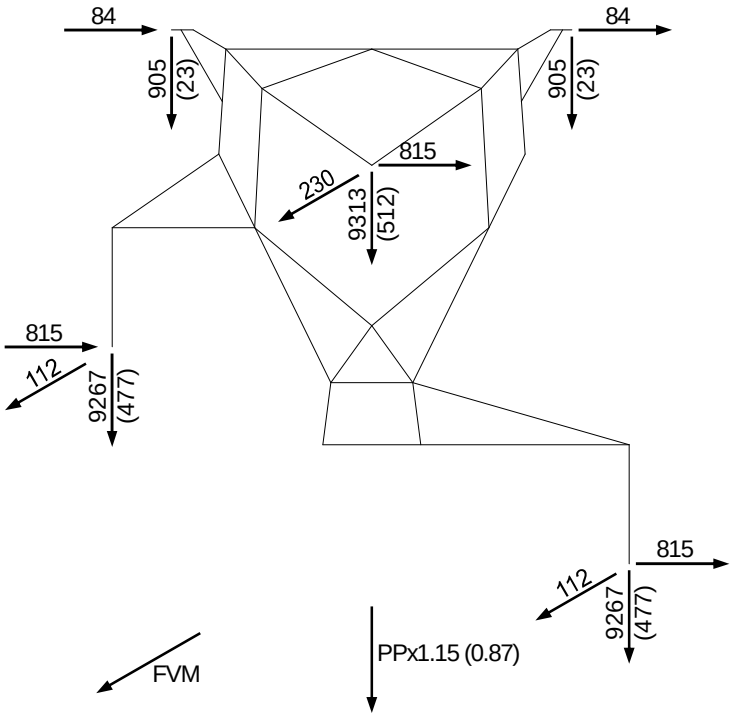
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45º)

(CABOS INTACTOS)

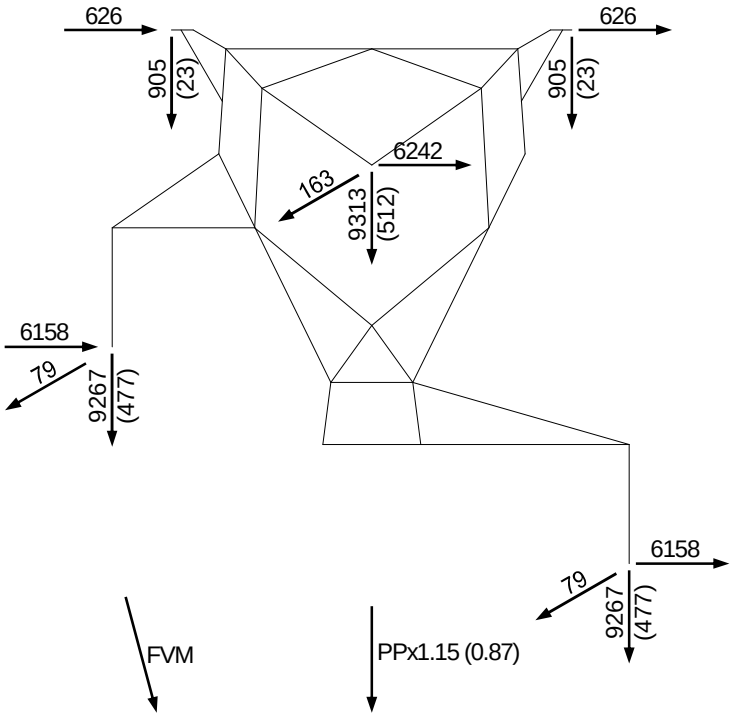
5.6.11.9 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO PARA TRANSPOSIÇÃO TIPO I52TR



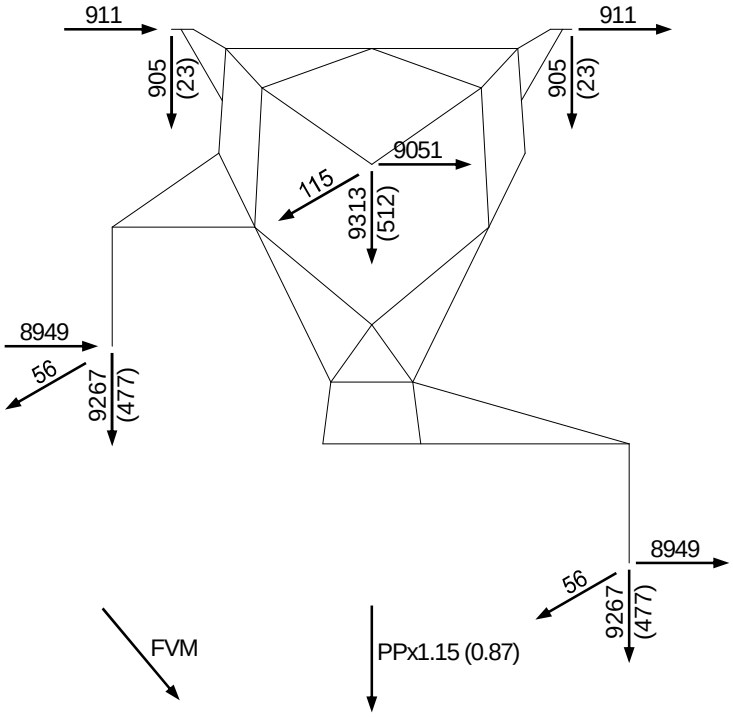
HIPÓTESE 1
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



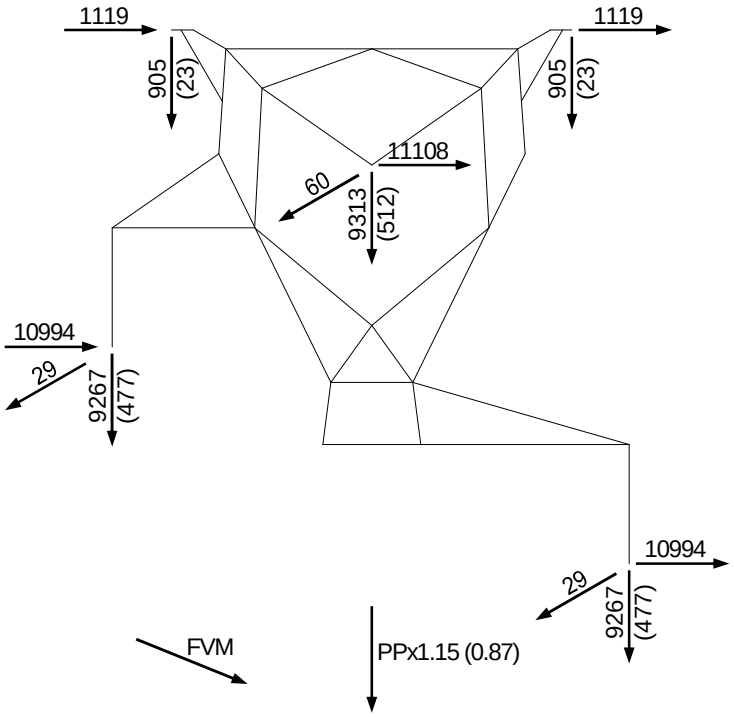
HIPÓTESE 2
(VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



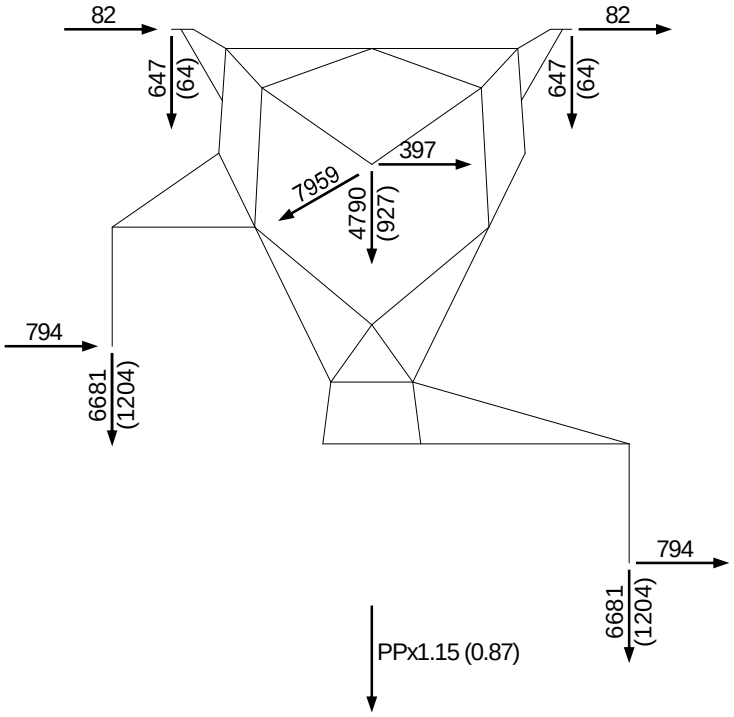
HIPÓTESE 3
(VENTO MÁXIMO A 45º)
(CABOS INTACTOS)



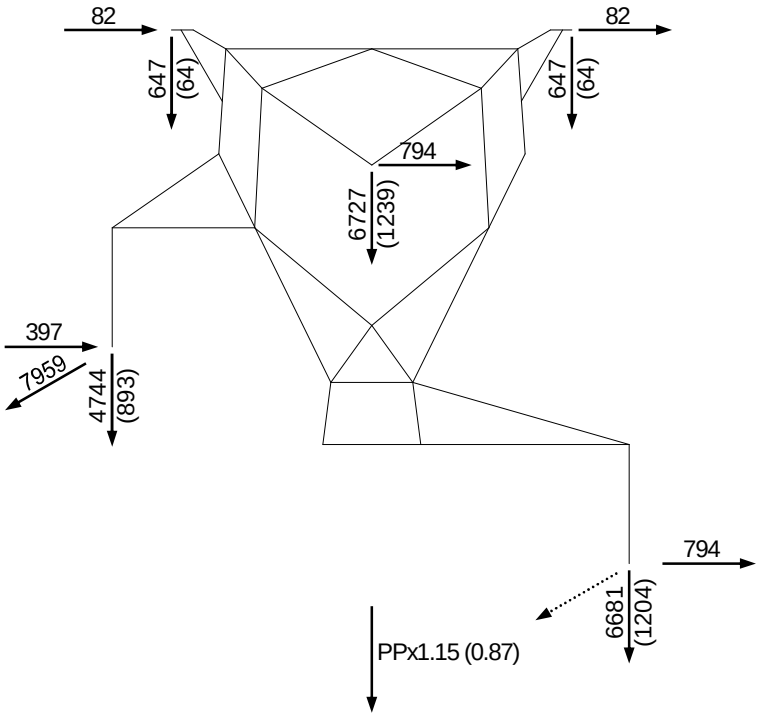
HIPÓTESE 3-60
(VENTO MÁXIMO A 60º)
(CABOS INTACTOS)



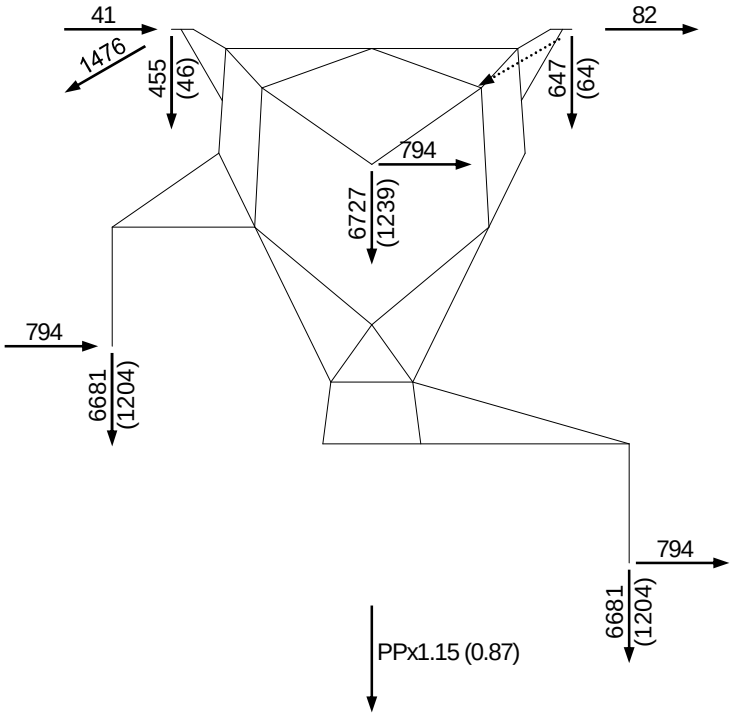
HIPÓTESE 3-75
(VENTO MÁXIMO A 75°)
(CABOS INTACTOS)



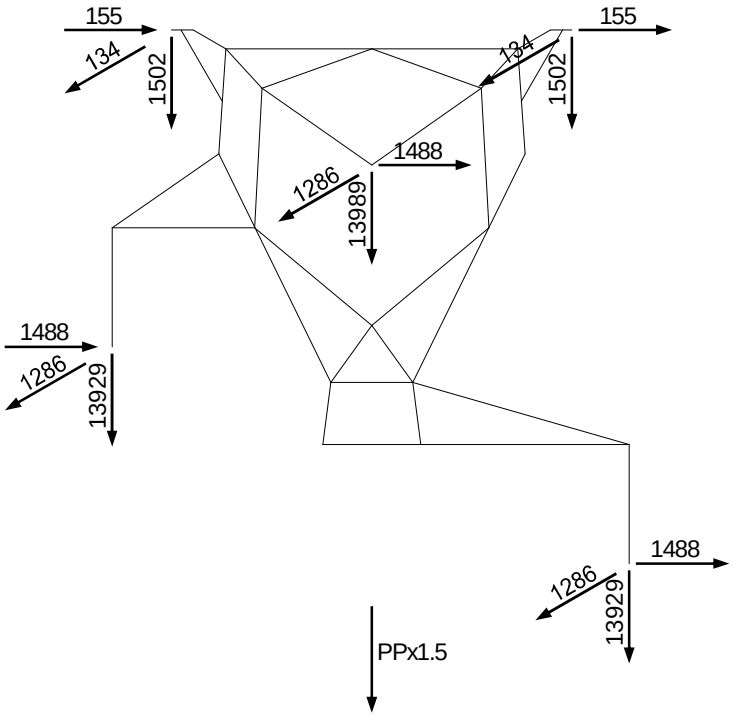
HIPÓTESE 4m
(SEM VENTO)
(RUPTURA DA FASE CENTRAL)



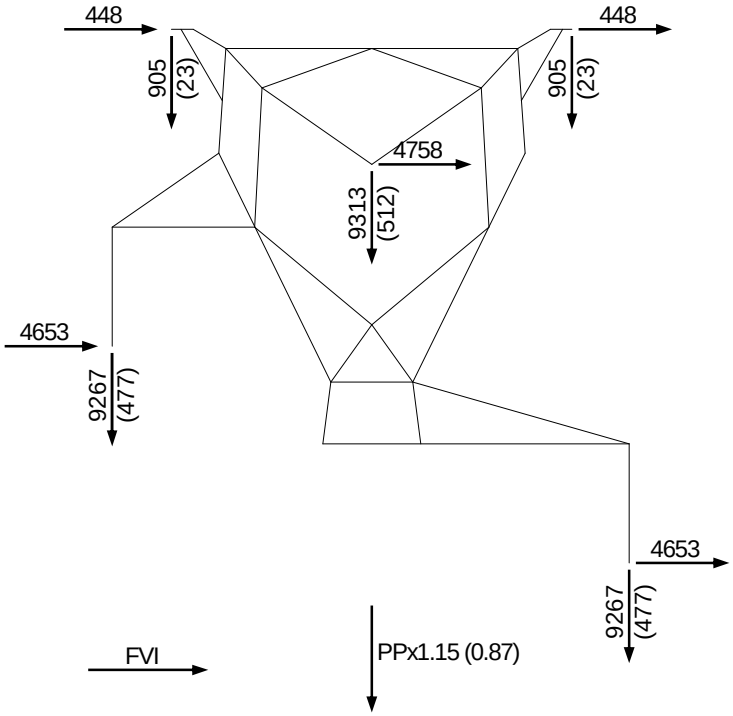
HIPÓTESE 4e e 4d
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE LATERAL)



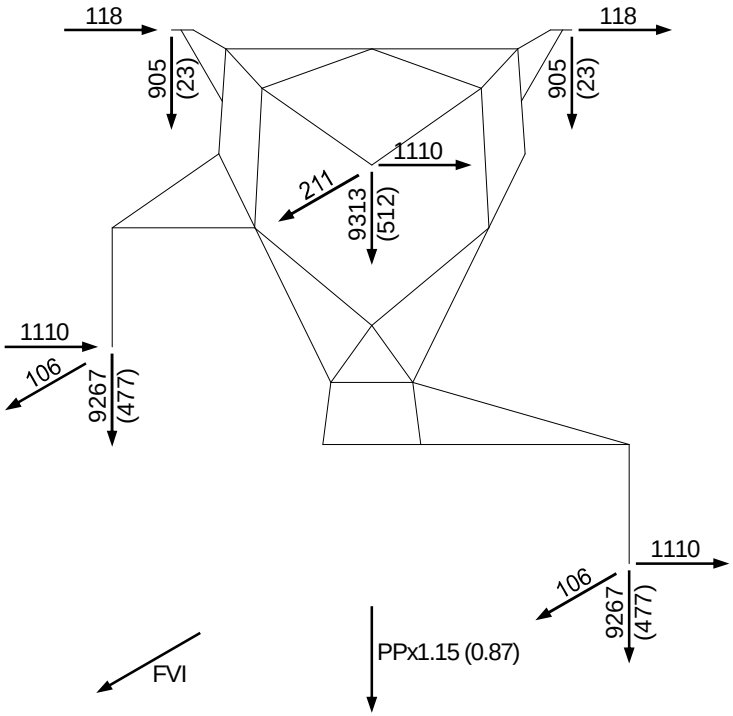
HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)



HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)

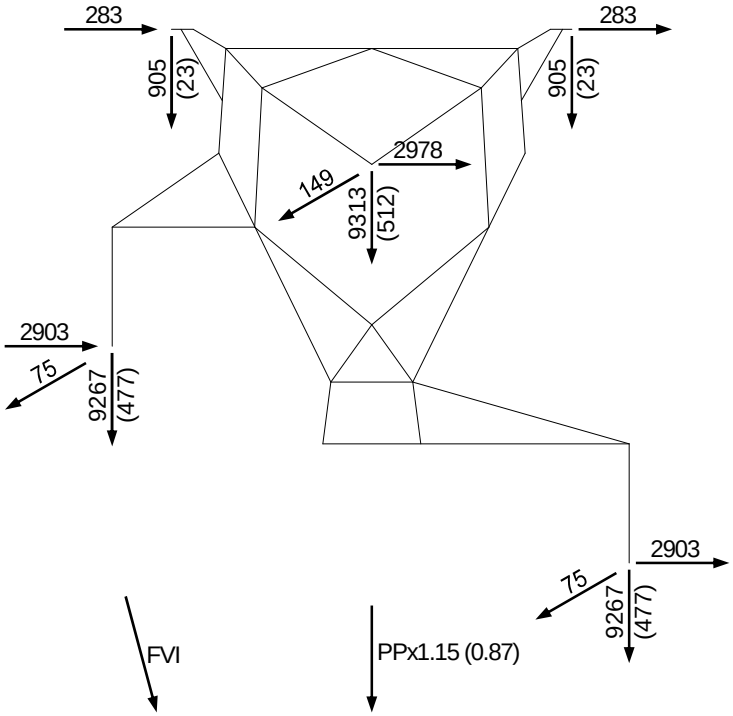


HIPÓTESE 7
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



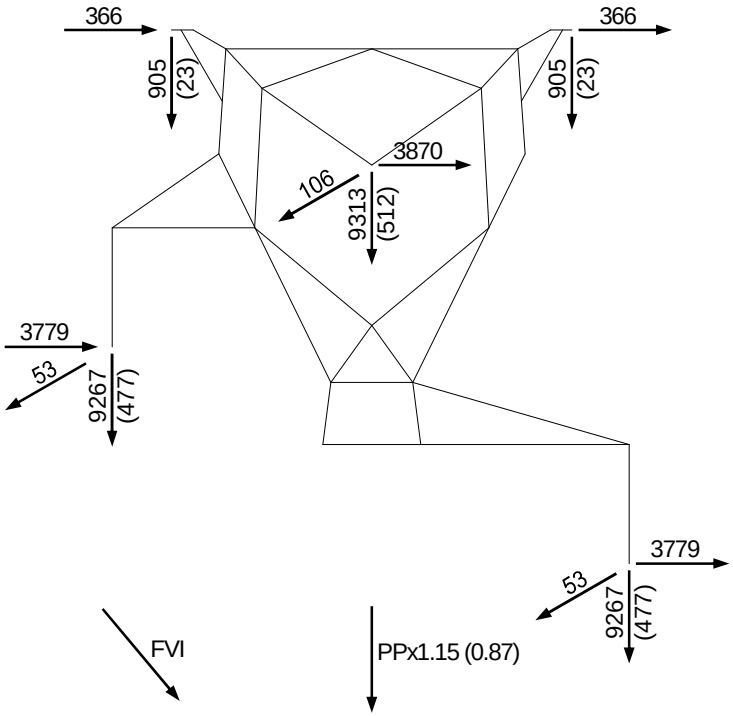
HIPÓTESE 8

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)

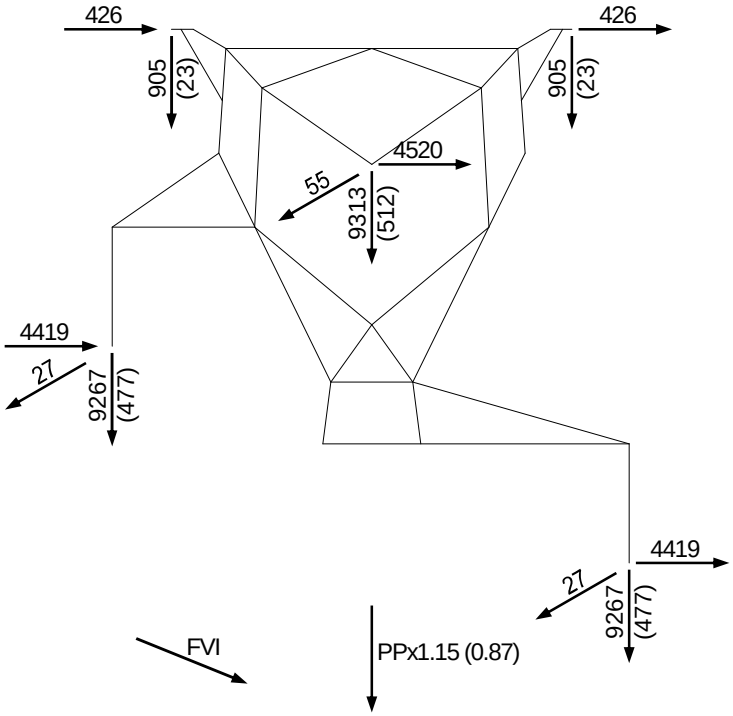


HIPÓTESE 9

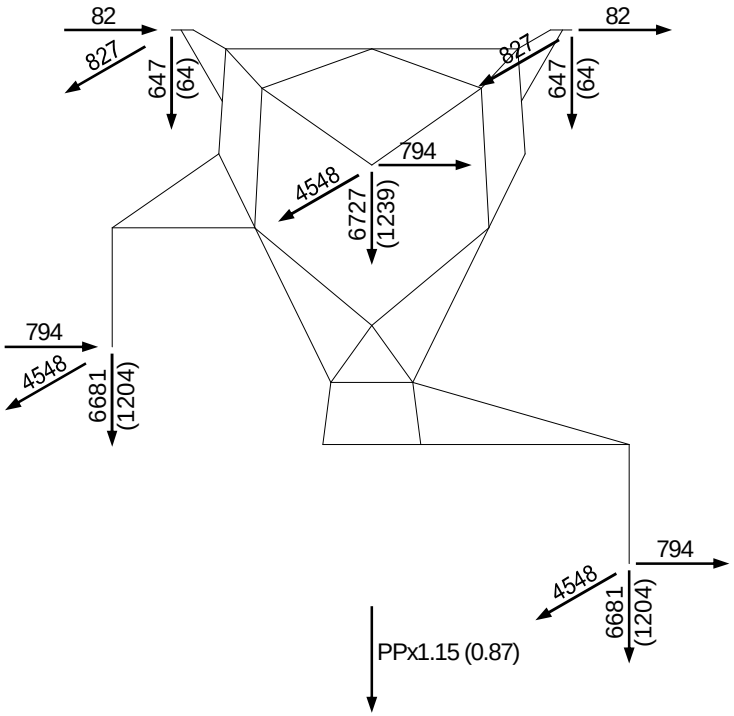
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)
(CABOS INTACTOS)



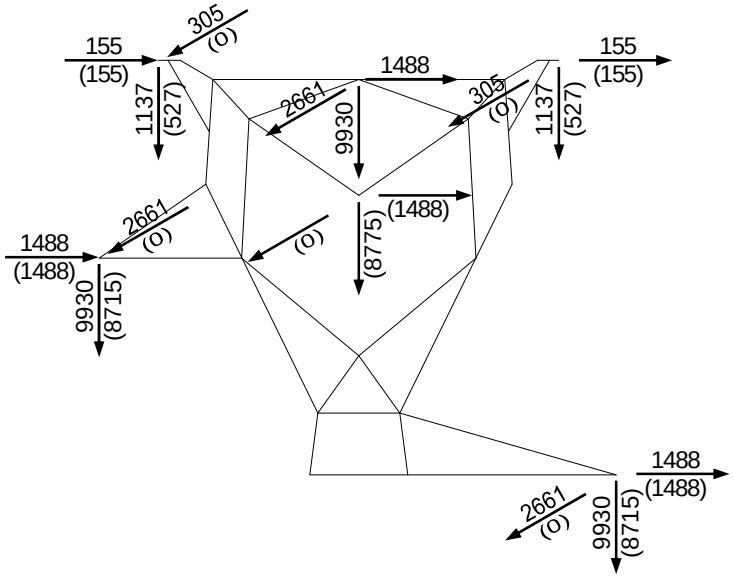
HIPÓTESE 9-60
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 60°)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9-75
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 75°)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 10
(SEM VENTO)
(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)



HIPÓTESE 11
(SEM VENTO)
(GRAMPEAMENTO)

6 DIRETRIZES PARA O DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

6.1 O dimensionamento estrutural deverá ser realizado aplicando-se a metodologia dos estados limites últimos, verificando-se a seguinte inequação:

$S_d \leq Ø_R R_K$, onde:

S_d — Solicitações de cálculo (tração, compressão, flexão, cisalhamento e esmagamento) atuantes nos diferentes elementos da estrutura, obtidas através da análise estrutural, considerando-se as hipóteses de carga especificadas.

$Ø_R$ — Coeficiente de resistência, que minora a resistência limite dos elementos.

R_K — Resistência limite da estrutura, obtida em função da tensão característica de escoamento, ruptura, cisalhamento, esmagamento ou flambagem dos elementos estruturais, conforme Manual 10-15 “ASCE - American Society of Civil Engineers - Design of Latticed Steel Transmission Structures” e NBR 8850 - “Execução de Suportes Metálicos Treliçados para Linhas de Transmissão”.

6.2 Para o dimensionamento estrutural deverão ser previstos ensaios de carregamento de protótipo para as torres tipos I52CRB e I52SL. Portanto, os seguintes valores deverão ser utilizados para o coeficiente de resistência ($Ø_R$):

- Estruturas I52CRB e I52SL: $Ø_R = 0.93$
- Estruturas I52CR, I52SP e I52TR: $Ø_R = 0.90$
- Estruturas I52A1, I52A2 e I52AT: $Ø_R = 0.85$

6.3 Para as estruturas estaiadas será obrigatória a verificação estrutural considerando-se os efeitos de segunda ordem decorrentes dos deslocamentos da estrutura (análise não-linear geométrica).

6.4 Para o dimensionamento dos estais deverá ser considerado um fator adicional de minoração da resistência limite de 0.75.

6.5 Para o dimensionamento dos cabos de sustentação das fases e do cabo de interligação dos mastros deverá ser considerado um fator adicional de minoração da resistência limite de 0.65.

6.6 A pré-tensão nos estais, usualmente na faixa de 8% a 12% da respectiva carga de ruptura, deverá ser levada em conta na análise estrutural das torres estaiadas.

6.7 Todas as estruturas estaiadas devem ser projetadas com furações adequadamente posicionadas e dimensionadas de modo a permitir o içamento de uma torre horizontalmente montada, completa ou parcialmente, a partir do solo até sua posição vertical definitiva. Os desenhos de detalhamento correspondentes deverão esclarecer completamente todas as condições a serem observadas para o içamento da estrutura a partir de tais furações.

6.8 As barras horizontais da estrutura situadas próximo às fixações das cadeias de isoladores deverão suportar uma carga vertical de 400 kg, aplicada em seu ponto médio, sem deformação permanente.

6.9 Todas as barras da estrutura inclinadas a menos de 45° com a horizontal deverão suportar uma carga vertical de 100 kg, aplicada em seu ponto médio, sem deformação permanente.

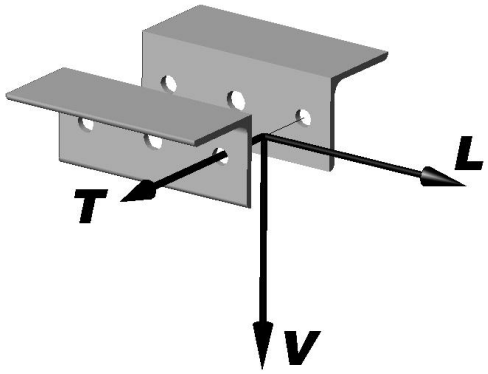
6.10 Todas as barras de contraventamento da estrutura, inclusive barras com esforço calculado, deverão suportar uma carga de compressão mínima de acordo com o item 3.16 do ASCE 10-15.

6.11 As mísulas dos condutores das estruturas de ancoragem tipos I52A1, I52A2 e I52AT deverão ser projetadas com detalhes para fixações da cadeia de passagem do jumper no ponto central da mísula e nas duas extremidades, junto às faces transversais da estrutura.

6.12 Todas as estruturas, exceto as que possuam cabo cross-rope, devem ser projetadas com pontos (furos) auxiliares de fixação que permitam a execução segura das operações de montagem, de lançamento e grampeamento de cabos e de manutenção. A carga máxima admitida em cada um desses pontos (furos) auxiliares deve ser explicitamente indicada nos respectivos desenhos de montagem das estruturas.

6.13 Nas estruturas de suspensão, exceto as que possuam cabo cross-rope, os furos auxiliares utilizados para sustentação dos cabos durante as operações de grampeamento deverão ser capazes de suportar a aplicação das cargas da Hipótese 11 da forma localmente mais desbalanceada, conforme se explica adiante:

- As cargas referentes às fases deverão ser aplicadas em 2 dos 4 furos auxiliares para montagem/manutenção localizados nas respectivas peças de ataque, conforme esquema adiante:



- Os 4 furos externos na peça acima são os furos auxiliares e os 2 furos centrais são os furos permanentes para fixação das fases.

6.14 Em torres de suspensão submetidas a teste de carga, exceto as que possuam cabo cross-rope, a Hipótese 11 deverá ser obrigatoriamente testada.

6.15 Para dimensionamento das fundações e dos stubs deverá ser considerado um fator de sobrecarga adicional de 1.10.

6.16 Para dimensionamento dos stubs deverá ser considerado concreto com f_{ck} (resistência característica a 28 dias) igual a 200 kgf/cm².

ISA CTEEP

LEILÃO ANEEL 001/2022 - LOTE 3

LINHAS DE TRANSMISSÃO 500 kV CIRCUITO SIMPLES

CAPELINHA 3 / GOVERNADOR VALADARES 6 C1 e C2

JOÃO NEIVA 2 / VIANA 2 C1

TORRE TIPO I52CRB

PROGRAMA DE TESTES

01	FGS	RCM	PRRLS	11/08/22	EMISSÃO INICIAL
REV.	FEITO	VERIF.	APROV.	DATA	DESCRIÇÃO

PROJETO ESTRUTURAL: engetower ENGENHARIA

CLIENTE: cobra BRASIL / isa CTEEP

FEITO	VERIF.	V. PROJ.	APROV.	DATA	O.S.	Nº ENGETOWER	Nº CLIENTE	REV.	TOT. FOL.
FGS	RCM	RCM	PRRLS	11/08/22	1859	267.67-T2001	BR-LOT3-71450-L-00-D0029	01	1/17

ÍNDICE

1 OBJETIVO	Pág.	3		
2 FORMAÇÃO DA ESTRUTURA A SER ENSAIADA	Pág.	3		
3 HIPÓTESES DE CARGA	Pág.	3		
4 SEQUÊNCIA DE APLICAÇÃO DAS HIPÓTESES DE CARGA	Pág.	3		
5 ETAPAS DE CARREGAMENTO	Pág.	4		
6 MEDIÇÃO DE DEFLEXÕES	Pág.	4		
7 MEDIÇÃO DE CARGAS	Pág.	4		
8 CALIBRAÇÃO DOS DINAMÔMETROS ELETRÔNICOS	Pág.	4		
9 AMOSTRAS PARA ENSAIO MECÂNICO	Pág.	4		
10 INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES	Pág.	4	a	5
11 CARGAS NA ESTRUTURA	Pág.	6	a	13
12 CARGAS MÁXIMAS SOBRE FUNDAÇÕES DOS MASTROS	Pág.	14	a	16
13 CARGAS PREVISTAS NOS ESTAIS	Pág.	17		

1 OBJETIVO

Este programa de testes tem por objetivo traçar diretrizes para o ensaio de carregamento de protótipo da torre tipo I52CRB, tendo como referência os seguintes documentos:

- Cálculo Estrutural ENGETOWER n° 267.67-C2001;
- Desenho de Silhueta ENGETOWER n° 267.67-D2000/1.

2 FORMAÇÃO DA ESTRUTURA A SER ENSAIADA

A torre tipo I52CRB a ser ensaiada terá altura total de 49.073m (correspondente à altura nominal de 37.5m) e deverá ser instalada sobre base rígida, sendo constituída pelos seguintes componentes:

- Tronco Superior;
- Tronco Inferior;
- 2 Extensões 6.0m.

3 HIPÓTESES DE CARGA

Serão testadas as seguintes hipóteses de carga no ensaio de carregamento do protótipo:

HIPÓTESE	DESCRIÇÃO
1	Vento máximo transversal, cabos intactos
3-60	Vento máximo a 60°, cabos intactos
3-75	Vento máximo a 75°, cabos intactos
4e	Ruptura da fase lateral esquerda, sem vento
4m	Ruptura da fase central, sem vento
5e	Ruptura do pára-raios esquerdo, sem vento
6Fm	Construção / Manutenção, 2 PR's lançados, lançamento da fase central e demais fases lançadas, sem vento

4 SEQUÊNCIA DE APLICAÇÃO DAS HIPÓTESES DE CARGA

Deverá ser adotada a seguinte sequência de aplicação das hipóteses de carga para realização do ensaio:

TESTE N° 1 - HIPÓTESE 5e
TESTE N° 2 - HIPÓTESE 4m
TESTE N° 3 - HIPÓTESE 4e
TESTE N° 4 - HIPÓTESE 6Fm
TESTE N° 5 – HIPÓTESE 3-60
TESTE N° 6 – HIPÓTESE 3-75
TESTE N° 7 – HIPÓTESE 1

5 ETAPAS DE CARREGAMENTO

A estrutura deverá ser submetida a 5 (cinco) etapas de carregamento para cada hipótese selecionada, correspondentes a 50%, 75%, 90%, 95% e 100% das cargas máximas.

Para as etapas de 50%, 75%, 90% e 95% do carregamento, as cargas deverão ser mantidas durante um período mínimo de 1 (um) minuto, ou pelo período necessário para a leitura das cargas e deflexões. Para a etapa de 100% do carregamento, as cargas deverão ser mantidas por um período mínimo de 5 (cinco) minutos.

6 MEDIÇÃO DE DEFLEXÕES

As deflexões transversais, verticais e longitudinais da torre deverão ser medidas no topo e no ponto médio de cada mastro. As medições deverão ser feitas antes, durante e depois da aplicação dos incrementos de carga e após o descarregamento da estrutura, utilizando-se aparelhos óticos adequados.

Antes do início do ensaio deverá ser realizada uma inspeção de pré-montagem, para verificação da verticalidade da estrutura e determinação da deflexão residual de montagem.

7 MEDIÇÃO DE CARGAS

As cargas deverão ser medidas através de dinamômetros eletrônicos (load cells), previamente calibrados e instalados nos pontos de conexão dos cabos com a estrutura. A leitura dessas cargas será feita através de indicadores eletrônicos localizados na cabine de controle.

Deverá ser feito o monitoramento dos esforços em todos os estais.

8 CALIBRAÇÃO DOS DINAMÔMETROS ELETRÔNICOS

A calibração dos dinamômetros eletrônicos deverá ser realizada antes do início dos testes através de procedimento específico e baseada em padrão rastreável. Evidências de rastreabilidade e calibração do padrão devem ser apresentadas. Registros de calibração devem ser realizados e avaliados antes do teste considerando eventual necessidade de ajuste ou substituição de equipamento de medição.

9 AMOSTRAS PARA ENSAIO MECÂNICO

Após a conclusão do ensaio e de sua aprovação deverão ser selecionadas 8 (oito) barras da estrutura, preferencialmente com esbeltez efetiva inferior a C_c, conforme definido na norma ASCE 10-15. Corpos de prova de cada uma dessas barras serão submetidos a ensaios mecânicos, para obtenção das tensões reais de escoamento e de ruptura, e também a ensaios dimensionais.

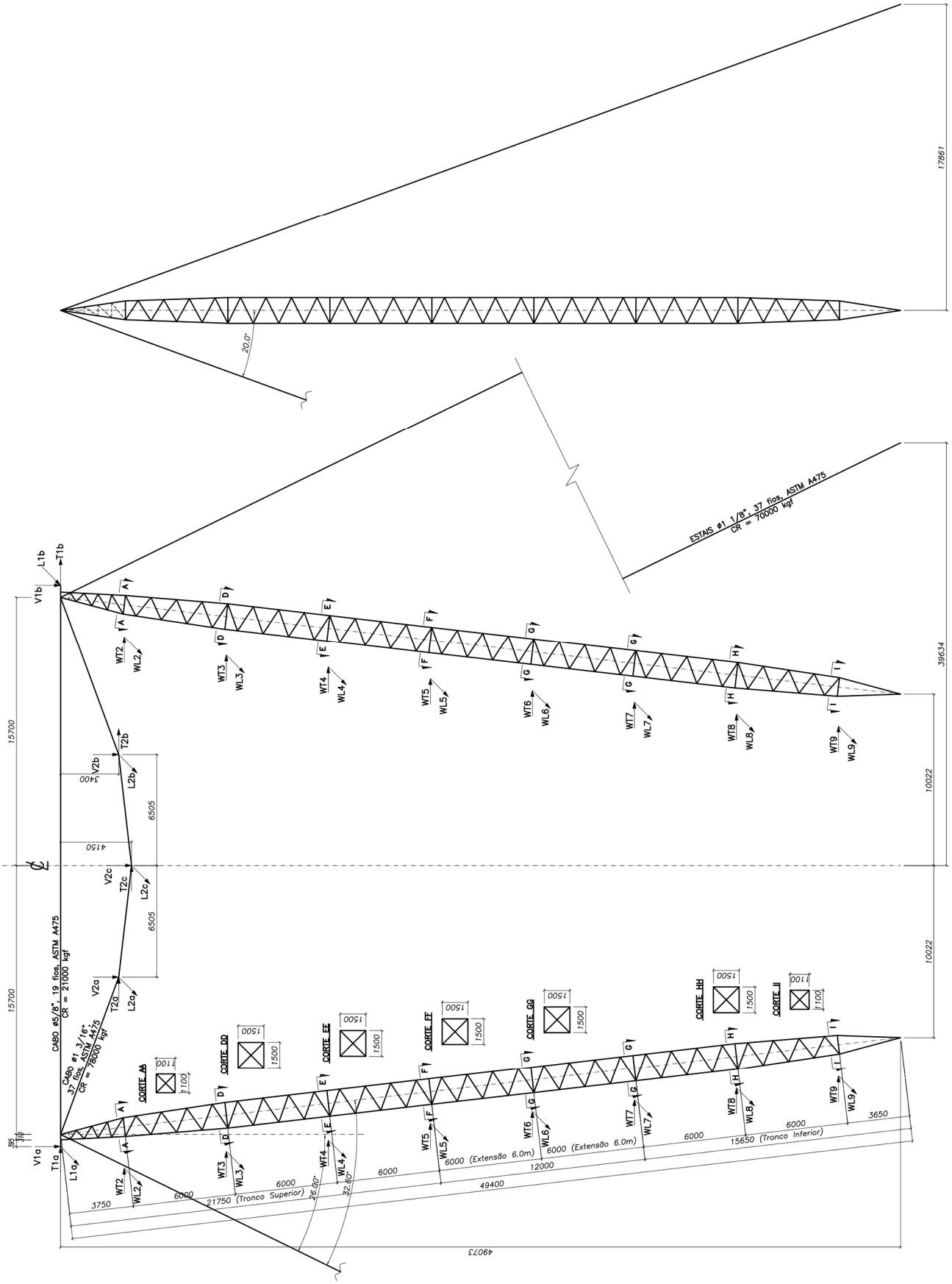
10 INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

- Os elementos de fixação das cadeias aos cabos de sustentação das fases utilizados no ensaio de carga deverão ser idênticos aos que serão efetivamente fornecidos com as estruturas e as cargas devidas aos cabos deverão ser aplicadas nesses elementos.
- Os estais, cabo de interligação dos mastros, cabo de sustentação das fases e respectivos acessórios para fixação à estrutura deverão ser idênticos aos que serão efetivamente fornecidos com as estruturas.
- Os estais deverão ser instalados com uma carga de pré-tensão igual a (8400 ± 840) kgf, equivalente a ≈ 12% de sua carga mínima de ruptura.
- A torre do teste deverá ser galvanizada.

- O sistema de aplicação das cargas de vento WTi e WLi deverá garantir a distribuição equilibrada das cargas entre os dois mastros.

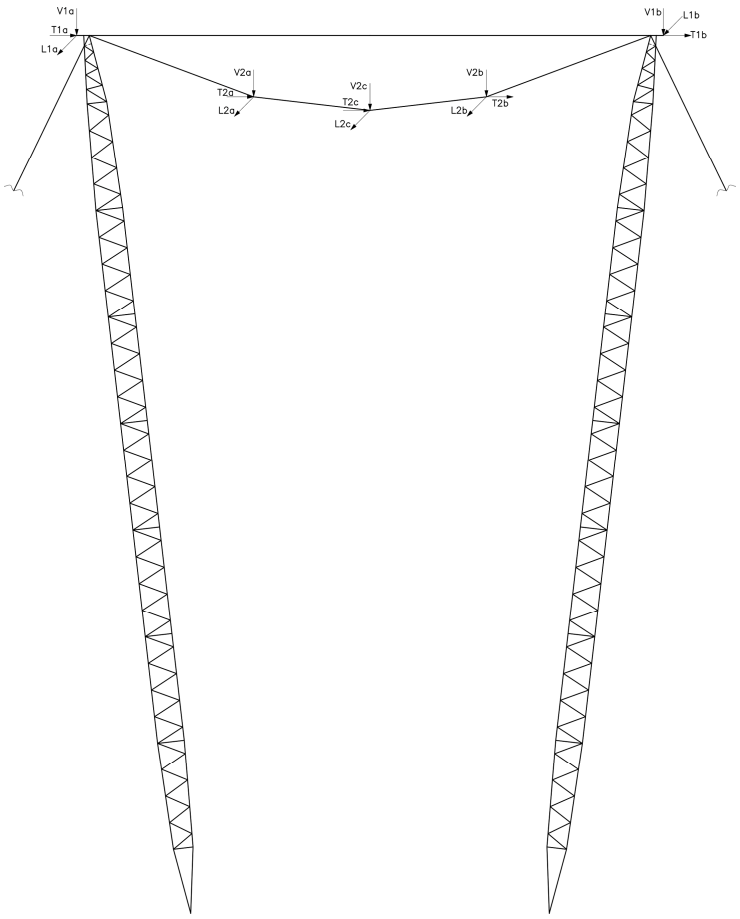
11 CARGAS NA ESTRUTURA

Os testes de carga serão realizados conforme esquema de aplicação de cargas indicado no desenho abaixo:



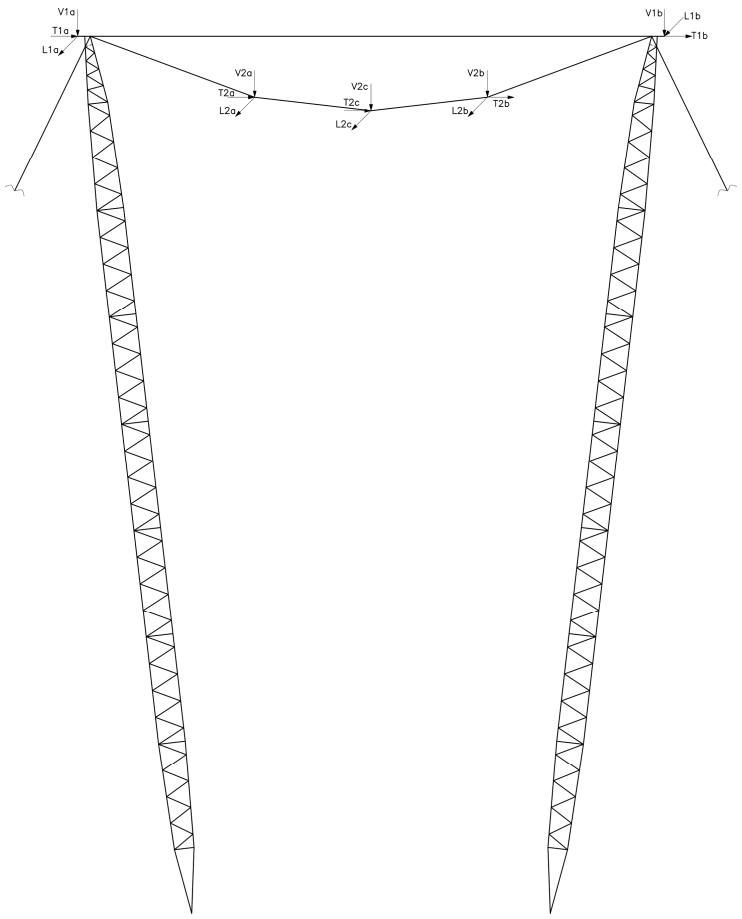
11.1 CARGAS TOTAIS POR HIPÓTESE

11.1.1 TESTE N° 1 - HIPÓTESE 5e



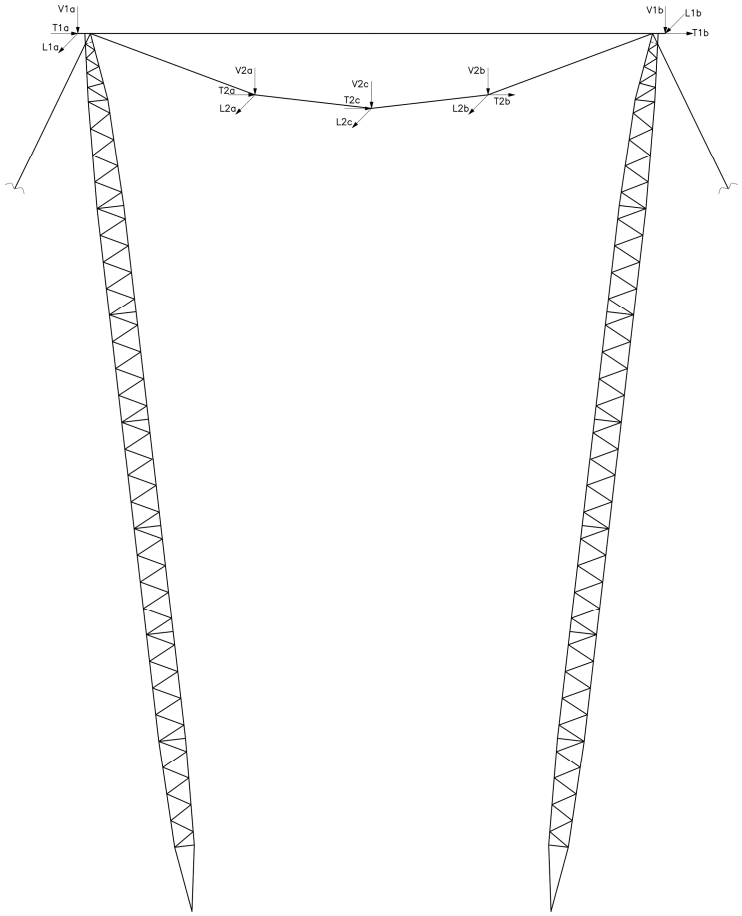
HIPÓTESE 5e - Cargas (kgf)			
Ponto	Cabos e Ferragens	Vento na estrutura	Total a ser aplicado
Cargas Verticais			
V1a	402	-	402
V1b	573	-	573
V2a	5874	-	5874
V2b	5874	-	5874
V2c	5874	-	5874
Cargas Transversais			
T1a	10	-	10
T1b	21	-	21
T2a	198	-	198
T2b	198	-	198
T2c	198	-	198
Cargas Longitudinais			
L1a	1476	-	1476
L1b	-	-	-
L2a	-	-	-
L2b	-	-	-
L2c	-	-	-

11.1.2 TESTE N° 2 - HIPÓTESE 4m



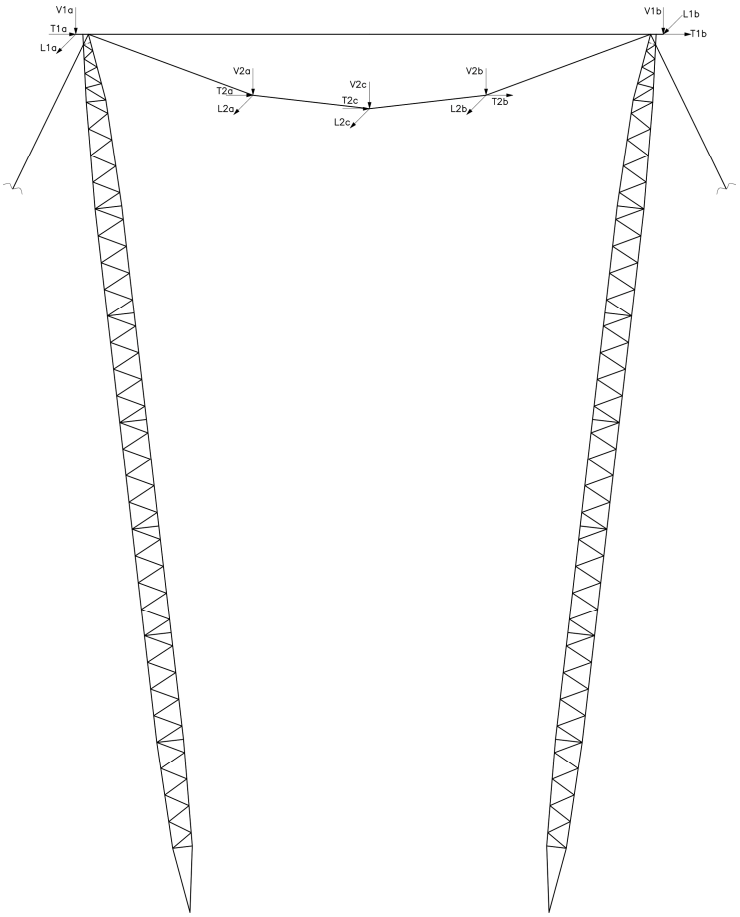
HIPÓTESE 4m - Cargas (kgf)			
Ponto	Cabos e Ferragens	Vento na estrutura	Total a ser aplicado
Cargas Verticais			
V1a	573	-	573
V1b	573	-	573
V2a	5874	-	5874
V2b	5874	-	5874
V2c	4179	-	4179
Cargas Transversais			
T1a	21	-	21
T1b	21	-	21
T2a	198	-	198
T2b	198	-	198
T2c	99	-	99
Cargas Longitudinais			
L1a	-	-	-
L1b	-	-	-
L2a	-	-	-
L2b	-	-	-
L2c	7959	-	7959

11.1.3 TESTE N° 3 - HIPÓTESE 4e



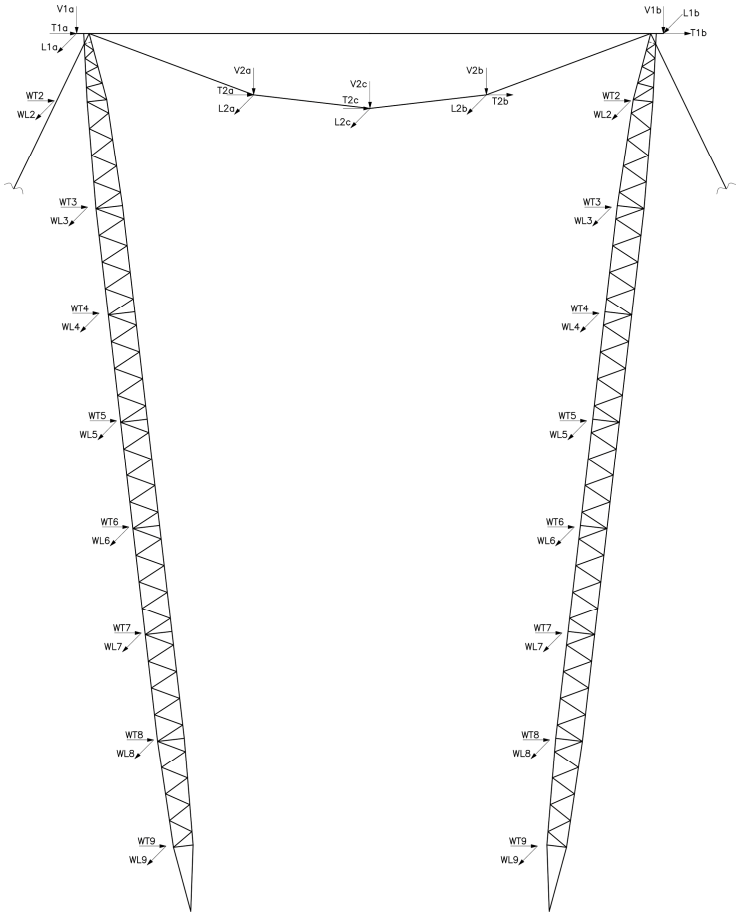
HIPÓTESE 4e - Cargas (kgf)			
Ponto	Cabos e Ferragens	Vento na estrutura	Total a ser aplicado
Cargas Verticais			
V1a	573	-	573
V1b	573	-	573
V2a	4179	-	4179
V2b	5874	-	5874
V2c	5874	-	5874
Cargas Transversais			
T1a	21	-	21
T1b	21	-	21
T2a	99	-	99
T2b	198	-	198
T2c	198	-	198
Cargas Longitudinais			
L1a	-	-	-
L1b	-	-	-
L2a	7959	-	7959
L2b	-	-	-
L2c	-	-	-

11.1.4 TESTE N° 4 - HIPÓTESE 6Fm



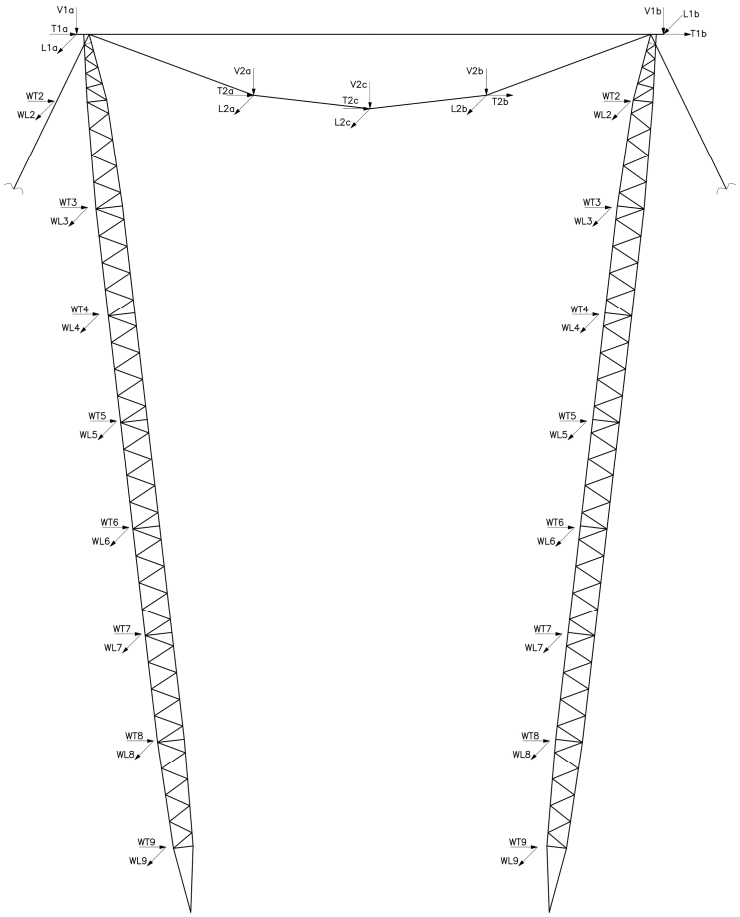
HIPÓTESE 6Fm - Cargas (kgf)			
Ponto	Cabos e Ferragens	Vento na estrutura	Total a ser aplicado
Cargas Verticais			
V1a	1098	-	1098
V1b	1098	-	1098
V2a	10114	-	10114
V2b	10114	-	10114
V2c	13193	-	13193
Cargas Transversais			
T1a	30	-	30
T1b	30	-	30
T2a	285	-	285
T2b	285	-	285
T2c	372	-	372
Cargas Longitudinais			
L1a	102	-	102
L1b	102	-	102
L2a	986	-	986
L2b	986	-	986
L2c	1286	-	1286

11.1.5 TESTE N° 5 - HIPÓTESE 3-60



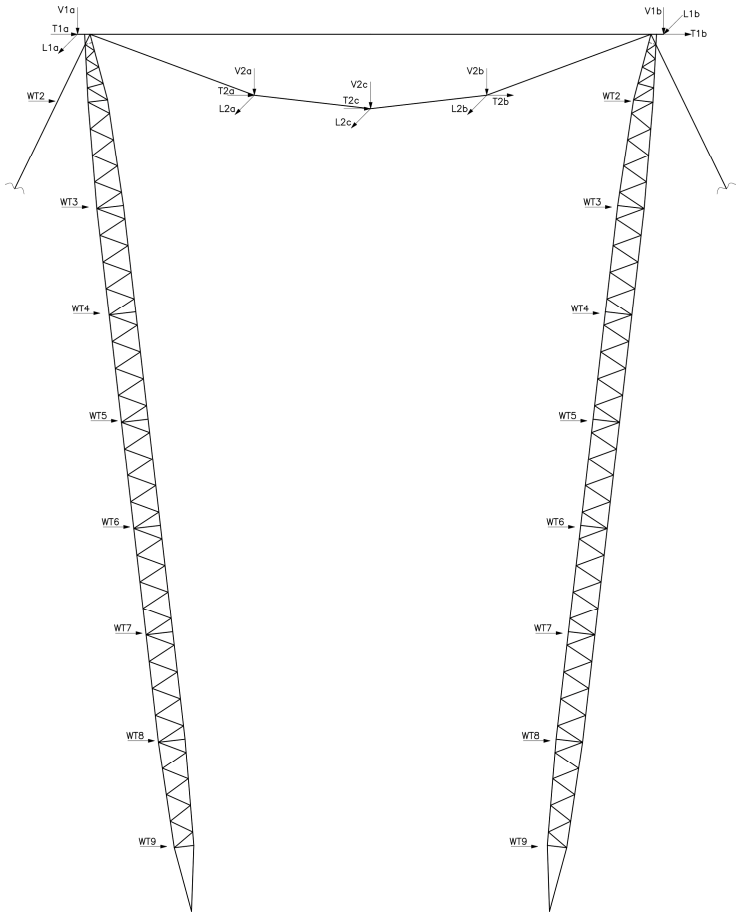
HIPÓTESE 3-60 - Cargas (kgf)			
Ponto	Cabos e Ferragens	Vento na estrutura	Total a ser aplicado
Cargas Verticais			
V1a	714	-	714
V1b	714	-	714
V2a	7288	-	7288
V2b	7288	-	7288
V2c	7288	-	7288
Cargas Transversais			
T1a	792	652/2	1118
T1b	792	652/2	1118
T2a	7822	-	7822
T2b	7822	-	7822
T2c	7822	-	7822
WT2	-	538	538
WT3	-	782	782
WT4	-	798	798
WT5	-	770	770
WT6	-	736	736
WT7	-	699	699
WT8	-	630	630
WT9	-	392	392
Cargas Longitudinais			
L1a	-	411/2	205
L1b	-	411/2	205
L2a	54	19/2	64
L2b	54	19/2	64
L2c	54	8	62
WL2	-	311	311
WL3	-	451	451
WL4	-	461	461
WL5	-	444	444
WL6	-	425	425
WL7	-	403	403
WL8	-	364	364
WL9	-	226	226

11.1.6 TESTE N° 6 - HIPÓTESE 3-75



HIPÓTESE 3-75 - Cargas (kgf)			
Ponto	Cabos e Ferragens	Vento na estrutura	Total a ser aplicado
Cargas Verticais			
V1a	714	-	714
V1b	714	-	714
V2a	7288	-	7288
V2b	7288	-	7288
V2c	7288	-	7288
Cargas Transversais			
T1a	982	686/2	1325
T1b	982	686/2	1325
T2a	9718	-	9718
T2b	9718	-	9718
T2c	9718	-	9718
WT2	-	542	542
WT3	-	796	796
WT4	-	812	812
WT5	-	784	784
WT6	-	750	750
WT7	-	711	711
WT8	-	642	642
WT9	-	399	399
Cargas Longitudinais			
L1a	-	192/2	96
L1b	-	192/2	96
L2a	28	5/2	31
L2b	28	5/2	31
L2c	28	2	30
WL2	-	145	145
WL3	-	213	213
WL4	-	218	218
WL5	-	210	210
WL6	-	201	201
WL7	-	191	191
WL8	-	172	172
WL9	-	107	107

11.1.7 TESTE N° 7 - HIPÓTESE 1



HIPÓTESE 1 - Cargas (kgf)			
Ponto	Cabos e Ferragens	Vento na estrutura	Total a ser aplicado
Cargas Verticais			
V1a	714	-	714
V1b	714	-	714
V2a	7288	-	7288
V2b	7288	-	7288
V2c	7288	-	7288
Cargas Transversais			
T1a	1053	688/2	1397
T1b	1053	688/2	1397
T2a	10412	-	10412
T2b	10412	-	10412
T2c	10412	-	10412
WT2	-	532	532
WT3	-	785	785
WT4	-	801	801
WT5	-	773	773
WT6	-	740	740
WT7	-	702	702
WT8	-	633	633
WT9	-	394	394
Cargas Longitudinais			
L1a	-	-	-
L1b	-	-	-
L2a	-	-	-
L2b	-	-	-
L2c	-	-	-

12 CARGAS MÁXIMAS SOBRE FUNDAÇÕES DOS MASTROS

-1-

ISA CTEEP - LT's 500 kV C.S. - TORRE TIPO I52CRB

CARGAS SOBRE FUNDACAO

AS CARGAS A SEGUIR APRESENTADAS NAO INCLUEM QUALQUER FATOR ADICIONAL
DE SOBRECARGA ESPECIFICO PARA FUNDACOES

ISA CTEEP - LT's 500 kV C.S. - TORRE TIPO I52CRB - H=37.5m

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA OBLIQUO

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
    * VM - indica forca na direcao do eixo do mastro.
    * TM - indica forca horizontal transversal que atua com VM.
    * LM - indica forca horizontal longitudinal que atua com VM.

3 - Para a forca VM, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.= 1	TM=	1333	VM=	-97953	LM=	1
Hip.= 3-75	TM=	2877	VM=	-26185	LM=	704
Hip.= 3-60	TM=	2843	VM=	-30339	LM=	1480
Hip.= 3-75	TM=	1444	VM=	-95270	LM=	646
Hip.= 3-60	TM=	1592	VM=	-87847	LM=	1378
Hip.= 6Fm	TM=	-763	VM=	-79130	LM=	-115
Hip.= 6Fm	TM=	725	VM=	-77221	LM=	-111

ISA CTEEP - LT's 500 kV C.S. - TORRE TIPO I52CRB - H=37.5m

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA RETANGULAR

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
* V - indica forca vertical.
* T - indica forca horizontal transversal que atua com V.
* L - indica forca horizontal longitudinal que atua com V.

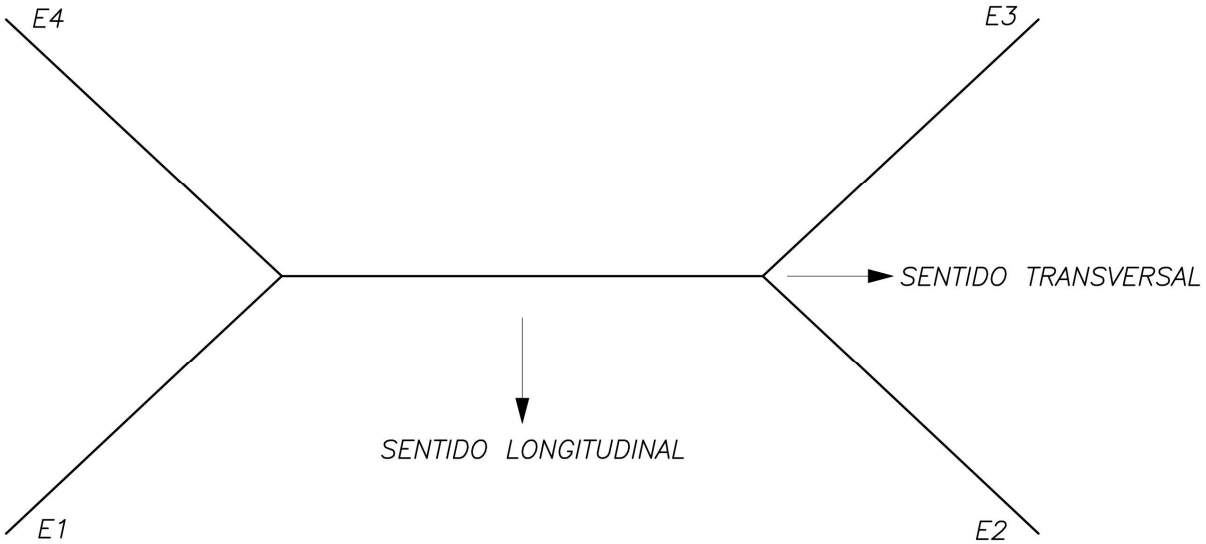
3 - Para a forca V, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

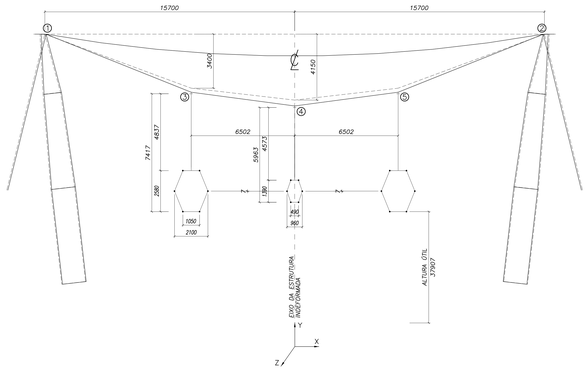
Hip.= 1	T =	12591	V =	-97304	L =	1
Hip.= 3-60	T =	-644	V =	-30138	L =	1480
Hip.= 3-60	T =	11688	V =	-87265	L =	1378
Hip.= 3-75	T =	12393	V =	-94638	L =	646
Hip.= 6Fm	T =	8331	V =	-78606	L =	-115
Hip.= 6Fm	T =	-8150	V =	-76709	L =	-111

13 CARGAS PREVISTAS NOS ESTAIS



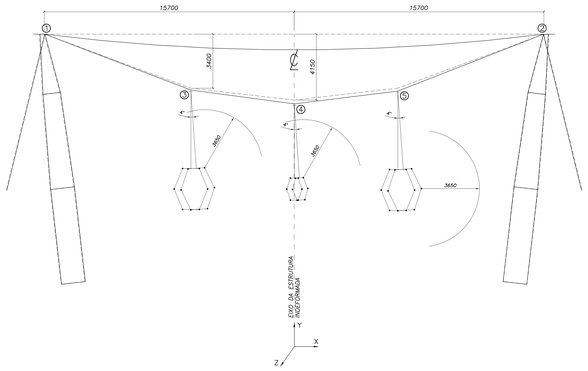
ESTAI / HIPÓTESE	E1	E2	E3	E4
5e	17239	18905	19033	21930
4m	14056	13632	26515	27118
4e	11347	15964	23726	29526
6Fm	29742	28826	34492	35489
3-60	36439	6549	12709	42848
3-75	42050	6187	9080	45090
1	44989	7005	7004	44989

HIPÓTESE G1 (TORRE +ALTA: H=37.5m)



DESLOCAMENTOS (cm)					
DIREÇÃO	NÓ 1	NÓ 2	NÓ 3	NÓ 4	NÓ 5
X	7.9	−7.9	0.3	0.0	−0.3
Y	−0.5	−0.5	−25.3	−36.9	−25.3
Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

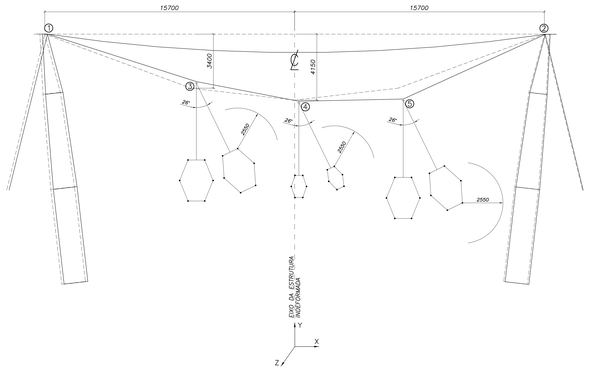
HIPÓTESE G2R (TORRE +ALTA: H=37.5m)



DESLOCAMENTOS (cm)					
DIREÇÃO	NÓ 1	NÓ 2	NÓ 3	NÓ 4	NÓ 5
X	4.5	−3.5	1.9	1.4	1.6
Y	−0.6	−0.7	−11.9	−23.8	−18.3
Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Distância: 5750 mm Ângulo de mergulho dos cabos: 15°

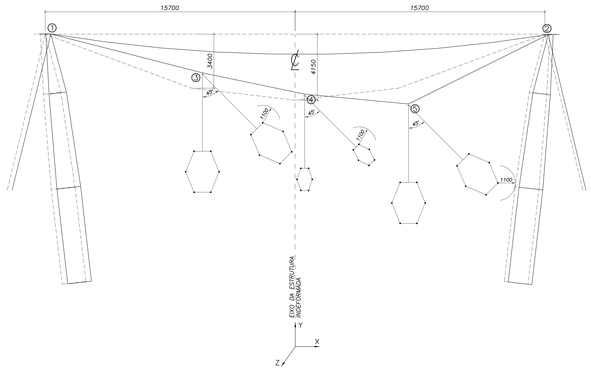
HIPÓTESE G3R (TORRE +ALTA: H=37.5m)



DESLOCAMENTOS (cm)					
DIREÇÃO	NÓ 1	NÓ 2	NÓ 3	NÓ 4	NÓ 5
X	16.5	5.3	33.1	26.9	31.9
Y	0.1	−1.3	41.5	−7.1	−68.2
Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Distância: 3217 mm Ângulo de mergulho dos cabos: 15°

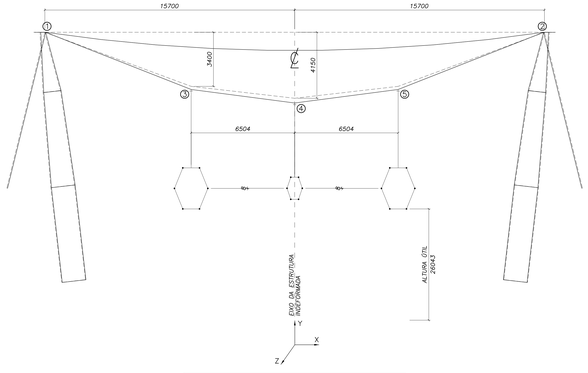
HIPÓTESE G4R (TORRE +ALTA: H=37.5m)



DESLOCAMENTOS (cm)					
DIREÇÃO	NÓ 1	NÓ 2	NÓ 3	NÓ 4	NÓ 5
X	34.7	21.2	68.0	60.1	62.4
Y	1.1	−2.8	96.5	37.6	−99.4
Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

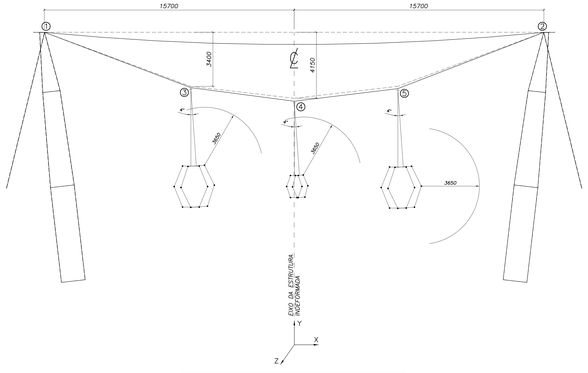
Distância: 1338 mm Ângulo de mergulho dos cabos: 15°

HIPÓTESE G1 (TORRE +BAIXA: H=25.5m)



DESLOCAMENTOS (cm)					
DIREÇÃO	NÓ 1	NÓ 2	NÓ 3	NÓ 4	NÓ 5
X	5.4	−5.4	0.1	0.0	−0.1
Y	−0.5	−0.5	−19.7	−29.8	−19.7
Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

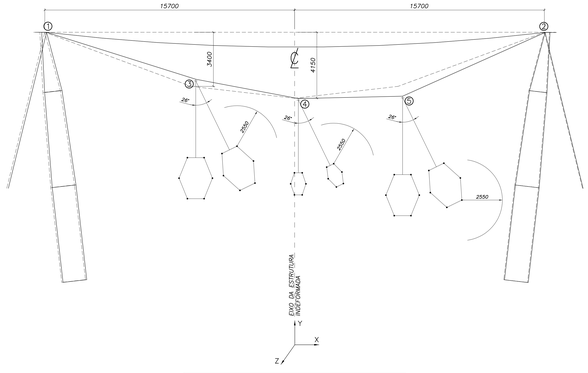
HIPÓTESE G2R (TORRE +BAIXA: H=25.5m)



DESLOCAMENTOS (cm)					
DIREÇÃO	NÓ 1	NÓ 2	NÓ 3	NÓ 4	NÓ 5
X	2.7	−2.0	1.6	1.2	1.6
Y	−0.6	−0.6	−8.1	−18.9	−14.2
Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Distância: 5764 mm Ângulo de mergulho dos cabos: 15°

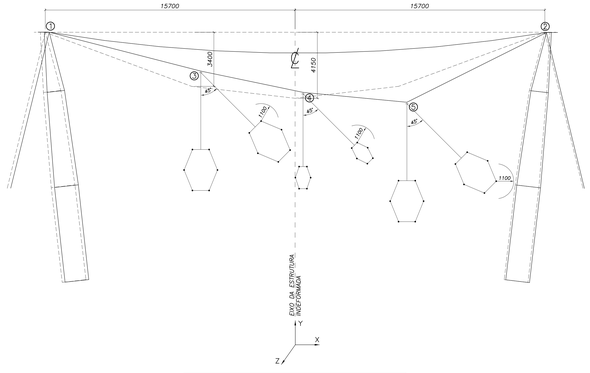
HIPÓTESE G3R (TORRE +BAIXA: H=25.5m)



DESLOCAMENTOS (cm)					
DIREÇÃO	NÓ 1	NÓ 2	NÓ 3	NÓ 4	NÓ 5
X	11.4	4.3	29.1	23.3	28.3
Y	−0.1	−1.0	44.6	−1.9	−62.2
Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Distância: 3223 mm Ângulo de mergulho dos cabos: 15°

HIPÓTESE G4R (TORRE +BAIXA: H=25.5m)



DESLOCAMENTOS (cm)					
DIREÇÃO	NÓ 1	NÓ 2	NÓ 3	NÓ 4	NÓ 5
X	24.4	10.0	57.8	49.9	52.2
Y	0.7	−1.4	96.0	37.0	−100.0
Z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Distância: 1299 mm Ângulo de mergulho dos cabos: 15°

NOTAS

1– Dimensões em mm, exceto indicação contrária.
2– Linha tracejada corresponde à geometria indeformada da estrutura.
3– Linha contínua corresponde à geometria deformada da estrutura.
4– Verificações elétricas:
  – Hipótese G1R: descarga atmosférica;
  – Hipótese G2R: surto de manobra;
  – Hipótese G4R: frequência industrial.
5– Para cargas referentes a cada uma das hipóteses consideradas, ver cálculo estrutural Engetower nº 267.67–C2001.

REV.	DESCRIÇÃO	PROJ. DATA	VERIF. DATA	VISTO P.	APROV. DATA
01	EMISSÃO INICIAL	FOS 11/08/22	RCM 11/08/22	PRRLS 11/08/22	

PROJETO ESTRUTURAL: engetower
FOS 11.08.22 — VERIFICADO: RCM 11.08.22 — VISTO PROJETO — APROVADO: PRRLS 11.08.22
C.O. ENGETOWER: 1859 — ESC.: 1:100
NÚMERO ENGETOWER: 267.67–D2000/2
CLIENTE: cobra isa CTEEP
TÍTULO: LEILÃO ANEEL 001/2022 – LOTE 3
LINHAS DE TRANSMISSÃO 500 kV CIRCUITO SIMPLES CAPELINHA 3 / GOVERNADOR VALADARES 6 C1 e C2 e JOÃO NEIVA 2 / VIANA 2 C1
TORRE TIPO I52CR
VERIFICAÇÃO DOS ESPAÇAMENTOS ELÉTRICOS
NÚMERO CLIENTE: BR–LOT3–71450–L–00–D0031
REV.: 01

ISA CTEEP

LEILÃO ANEEL 001/2022 - LOTE 3

LINHAS DE TRANSMISSÃO 500 kV CIRCUITO SIMPLES

CAPELINHA 3 / GOVERNADOR VALADARES 6 C1 e C2

JOÃO NEIVA 2 / VIANA 2 C1

TORRE TIPO I52CRB

CÁLCULO ESTRUTURAL

01	FGS	RCM	PRRLS	11/08/22	EMISSÃO INICIAL
REV.	FEITO	VERIF.	APROV.	DATA	DESCRIÇÃO

PROJETO ESTRUTURAL: engetower ENGENHARIA

CLIENTE: cobra BRASIL isa CTEEP

FEITO	VERIF.	V. PROJ.	APROV.	DATA	O.S.	Nº ENGETOWER	Nº CLIENTE	REV.	TOT. FOL.
FGS	RCM	RCM	PRRLS	11/08/22	1859	267.67-C2001	BR-LOT3-71450-L-00-D0033	01	1/34

ÍNDICE

1 NOTAS GERAIS DE CÁLCULO	Pág.	3		
2 ESQUEMA ESTRUTURAL	Pág.	4		
3 HIPÓTESES DE CARGA	Pág.	5	a	19
4 CARGAS DEVIDAS AO VENTO SOBRE A TORRE	Pág.	20	a	21
5 DIMENSIONAMENTO DE BARRAS E CONEXÕES	Pág.	22	a	27
6 CARGAS ÚLTIMAS SOBRE FUNDAÇÕES DOS MASTROS	Pág.	28	a	30
7 DIMENSIONAMENTO DOS CABOS E DE SUAS CONEXÕES À TORRE	Pág.	31	a	33
8 CÁLCULO DO APOIO DA BASE DOS MASTROS	Pág.	34		

1 NOTAS GERAIS DE CÁLCULO

1.1 PARÂMETROS BÁSICOS DA TORRE

Tensão	500 kV	
Circuito	SIMPLES, COM 2 PÁRA-RAIOS	
Aplicação	SUSPENSÃO	
Vão básico (m)	500	
Ângulo de deflexão	0°	1°
Vão médio (m)	535	500
Vão gravante sem vento (m)	160 a 700 (condutor) e 160 a 750 (pára-raios)	
Vão gravante com vento (m)	48 a 875 (condutor) e 48 a 938 (pára-raios)	
Cabo pára-raios	cabo OPGW Ø14.1mm ou cabo OPGW Ø12.4mm ou CAA "DOTTEREL" 176.9 kcmil ou cabo de aço galvanizado Ø3/8" EHS	
Cabo condutor (6 cabos/fase)	CAL 838 kcmil (Al 1120)	

1.2 MATERIAIS EMPREGADOS

Aço estrutural:

ASTM A36	Fy = 2531 kgf/cm²	(Tensão de fluência)
	Fu = 4077 kgf/cm²	(Tensão de ruptura)
ASTM A572 GRAU 50	Fy = 3515 kgf/cm²	(Tensão de fluência)
	Fu = 4570 kgf/cm²	(Tensão de ruptura)
ASTM A572 GRAU 60	Fy = 4218 kgf/cm²	(Tensão de fluência)
	Fu = 5273 kgf/cm²	(Tensão de ruptura)

Parafusos (rosca excluída da seção de corte):

ISO 898/1 CLASSE 5.8 Fv = 2620 kgf/cm^2 (Tensão admissível ao corte)

Estais:

Ø1 $^1/_8$" (37 fios) CR = 70000 kgf (Carga mínima de ruptura)

Cabo de Interligação dos Mastros:

Ø$^5/_8$" (19 fios) CR = 21000 kgf (Carga mínima de ruptura)

Cabo de Suspensão das Fases:

Ø1 $^3/_{16}$" (37 fios) CR = 78000 kgf (Carga mínima de ruptura)

1.3 NORMAS E ESPECIFICAÇÕES PARA DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento da torre (barras e ligações) foi feito de acordo com a Norma ASCE 10-15 ("Design of Latticed Steel Transmission Structures"), adotando-se um coeficiente de minoração de resistências igual a 0.93. Isto significa que as tensões admissíveis utilizadas no dimensionamento estrutural foram obtidas multiplicando-se as tensões limites recomendadas pela ASCE pelo fator 0.93.

1.4 SOFTWARE USADO NO CÁLCULO

O cálculo estrutural foi feito com a utilização de programas de computador desenvolvidos por ENGETOWER, baseados no método dos elementos finitos e que fazem a análise estática não-linear de estruturas reticuladas. O modelo estrutural empregado foi o de treliça espacial.

2 ESQUEMA ESTRUTURAL

O desenho ENGETOWER n° 267.67-D2000/1 apresenta a silhueta da torre. Nesse desenho estão indicadas as barras carregadas (traço cheio) e respectivas denominações de cálculo, as barras redundantes (traço interrompido) e os painéis/níveis de aplicação das cargas devidas ao vento sobre a estrutura.

OBSERVAÇÕES:

1) As verificações dos espaçamentos elétricos nas silhuetas deslocadas da torre, para as hipóteses de carga definidoras de sua geometria (indicadas no item 3.2), estão apresentadas no desenho ENGETOWER n° 267.67-D2000/2.

2) O desnivelamento máximo considerado para os mastros é de 6.0m.

3 HIPÓTESES DE CARGA

3.1 DEFINIÇÕES BÁSICAS

3.1.1 CARACTERÍSTICAS DOS CABOS

- CABO CONDUTOR (6 cabos / fase):
  - CAL 838 kcmil (Al 1120)
  - A = área da seção transversal = 4.2516 cm^2
  - Ø = diâmetro = 2.6780 cm
  - ρ = peso = 1.1709 kgf/m
  - CR = carga de ruptura = 9473 kgf
  - Ef = módulo de elasticidade final = 0.6520 x 10^6 kgf/cm^2
  - αf = coeficiente de dilatação térmica linear final = 2.3000 x 10^{-5}/°C

  Obs.: Informações acima para 1 cabo
- CABO PÁRA-RAIOS 1:
  - cabo OPGW Ø14.1mm
  - A = área da seção transversal = 1.1600 cm^2
  - Ø = diâmetro = 1.4100 cm
  - ρ = peso = 0.5280 kgf/m
  - CR = carga de ruptura = 5996 kgf
  - Ef = módulo de elasticidade final = 1.0195 x 10^6 kgf/cm^2
  - αf = coeficiente de dilatação térmica linear final = 1.6500 x 10^{-5}/°C
- CABO PÁRA-RAIOS 2:
  - cabo OPGW Ø12.4mm
  - A = área da seção transversal = 0.8700 cm^2
  - Ø = diâmetro = 1.2400 cm
  - ρ = peso = 0.4900 kgf/m
  - CR = carga de ruptura = 7200 kgf
  - Ef = módulo de elasticidade final = 1.2950 x 10^6 kgf/cm^2
  - αf = coeficiente de dilatação térmica linear final = 1.4200 x 10^{-5}/°C
- CABO PÁRA-RAIOS 3:
  - CAA "DOTTEREL", 176.9 kcmil
  - A = área da seção transversal = 1.4189 cm^2
  - Ø = diâmetro = 1.5420 cm
  - ρ = peso = 0.6568 kgf/m
  - CR = carga de ruptura = 7857 kgf
  - Ef = módulo de elasticidade final = 1.0687 x 10^6 kgf/cm^2
  - αf = coeficiente de dilatação térmica linear final = 1.5300 x 10^{-5}/°C
- CABO PÁRA-RAIOS 4:
  - cabo de aço galvanizado Ø3/8" EHS
  - A = área da seção transversal = 0.5108 cm^2
  - Ø = diâmetro = 0.9140 cm
  - ρ = peso = 0.4070 kgf/m
  - CR = carga de ruptura = 6985 kgf
  - Ef = módulo de elasticidade final = 1.8500 x 10^6 kgf/cm^2
  - αf = coeficiente de dilatação térmica linear final = 1.1500 x 10^{-5}/°C

3.1.2 CADEIAS DE ISOLADORES

- CADEIA DE SUSPENSÃO I:
  - peso = 190 kgf
  - Ae = área exposta ao vento $\cong$ 0.592 m^2

3.1.3 AÇÃO DO VENTO

3.1.3.1 VENTO MÁXIMO

- De acordo com IEC/TR 60826, considerando-se período de integração igual a 2-3 segundos para a ação do vento sobre cabos, cadeia de isoladores e estrutura.
- T = período de retorno = 250 anos
- VR(50) = velocidade de referência do vento para T igual a 50 anos = 27.78 m/s (100 km/h)
- VR(250) = velocidade de referência do vento para T igual a 250 anos = 31.94 m/s (115 km/h)
- Terreno categoria "B" (Kr = 1.00)
- qo = pressão dinâmica de referência = 1/2 x ρ x [Kr x VR(250)]^2/g
  - ρ = massa específica do ar = 1.168 kg/m^3
  - g = aceleração da gravidade = 9.81 m/s^2

  $\Rightarrow$ qo = 60.7 kgf/m^2

  Obs.: A pressão dinâmica reduzida será tomada igual a 36% do valor acima calculado

3.1.3.2 VENTO DE ALTA INTENSIDADE

- Será considerado vento com velocidade Vi = 50.00 m/s (180 km/h), constante com a altura, atuando integralmente sobre a estrutura e sobre 25% do vão médio.
- qi = pressão dinâmica associada a Vi = 1/2 x ρ x [Kr x Vi]^2/g
  - ρ = massa específica do ar = 1.168 kg/m^3
  - g = aceleração da gravidade = 9.81 m/s^2

  $\Rightarrow$ qi = 148.8 kgf/m^2

3.1.4 TRAÇÕES NOS CABOS

- ESTADOS DE CARGA:

  1 EDS: 22°C, sem vento
  2 Temperatura mínima: 2°C
  3 Temperatura máxima: 55°C no condutor e 40°C no pára-raios
  4 Vento máximo 90° (transversal), temperatura = 12°C
  5 Vento máximo 75°, temperatura = 12°C
  6 Vento máximo 60°, temperatura = 12°C
  7 Vento máximo 45°, temperatura = 12°C
  8 Vento máximo 30°, temperatura = 12°C
  9 Vento máximo 15°, temperatura = 12°C
  10 Vento máximo 0°, temperatura = 12°C
  11 Vento reduzido 90°, temperatura = 12°C

- Resultados, na condição final, para vãos básicos máximos da LT:

ESTADO DE CARGA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CONDUTOR(*)	1895	2004	1746	5004	4753	4064	3134	2321	1977	1947	2650
PÁRA-RAIOS 1	949	995	912	2825	2685	2296	1750	1236	994	971	1451
PÁRA-RAIOS 2	881	918	851	2525	2400	2053	1571	1123	918	899	1309
PÁRA-RAIOS 3	1181	1234	1138	3208	3051	2616	2016	1470	1228	1207	1695
PÁRA-RAIOS 4	732	756	712	1920	1826	1567	1213	895	756	744	1025

(*) Trações para 1 cabo

Notas: a) Trações em kgf para vão básico de:
- $\Rightarrow$ cabo CONDUTOR: 500 m
- $\Rightarrow$ cabo PÁRA-RAIOS 1: 500 m
- $\Rightarrow$ cabo PÁRA-RAIOS 2: 500 m
- $\Rightarrow$ cabo PÁRA-RAIOS 3: 500 m
- $\Rightarrow$ cabo PÁRA-RAIOS 4: 500 m

b) Trações para condição final, considerando-se:
- $\Rightarrow$ cabo CONDUTOR: Tração final EDS = 20.0% de CR (flecha final condição EDS = 19.352 m)
- $\Rightarrow$ cabo PÁRA-RAIOS 1: Tração final EDS = 15.8% de CR (flecha final condição EDS = 17.412 m -> 90% CONDUTOR) (flecha final temperatura mínima = 16.603 m -> 91% CONDUTOR)

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 2: Tração final EDS = 12.2% de CR
(flecha final condição EDS = 17.403 m -> 90% CONDUTOR)
(flecha final temperatura mínima = 16.707 m -> 91% CONDUTOR)

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 3: Tração final EDS = 15.0% de CR
(flecha final condição EDS = 17.409 m -> 90% CONDUTOR)
(flecha final temperatura mínima = 16.657 m -> 91% CONDUTOR)

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 4: Tração final EDS = 10.5% de CR
(flecha final condição EDS = 17.403 m -> 90% CONDUTOR)
(flecha final temperatura mínima = 16.839 m -> 92% CONDUTOR)

c) Pressões máximas de vento sobre cabos:

⇒ cabo CONDUTOR : 120.06 kgf/m^2 (H = 23.0m G_C = 2.15 G_L = 0.92)

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 1 : 128.44 kgf/m^2 (H = 34.0m G_C = 2.30 G_L = 0.92)

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 2 : 128.44 kgf/m^2 (H = 34.0m G_C = 2.30 G_L = 0.92)

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 3 : 128.44 kgf/m^2 (H = 34.0m G_C = 2.30 G_L = 0.92)

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 4 : 128.44 kgf/m^2 (H = 34.0m G_C = 2.30 G_L = 0.92)

d) Flechas na temperatura mínima para vão básico:

⇒ cabo CONDUTOR : 18.3 m

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 1 : 16.6 m

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 2 : 16.7 m

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 3 : 16.7 m

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 4 : 16.8 m

e) Flechas na temperatura máxima para vão básico:

⇒ cabo CONDUTOR : 21.0 m

f) Alturas médias dos cabos para vão básico:

⇒ cabo CONDUTOR: H = 12.5 + 21.0 + 1.3 - 2/3 x 18.3 =
= 22.6 m (adotada: 23.0 m)
Obs.: 12.5 m = distância mínima fase/solo
1.3 m = distância típica fase inferior ao c.g. das fases

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 1: H = 12.5 + 21.0 + 10.8 - 2/3 x 16.6 =
= 33.2 m (adotada: 34.0 m)
Obs.: 10.8 m = altura típica pára-raios em relação à fase inferior

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 2: H = 12.5 + 21.0 + 10.8 - 2/3 x 16.7 =
= 33.2 m (adotada: 34.0 m)
Obs.: 10.8 m = altura típica pára-raios em relação à fase inferior

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 3: H = 12.5 + 21.0 + 10.8 - 2/3 x 16.7 =
= 33.2 m (adotada: 34.0 m)
Obs.: 10.8 m = altura típica pára-raios em relação à fase inferior

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 4: H = 12.5 + 21.0 + 10.8 - 2/3 x 16.8 =
= 33.1 m (adotada: 34.0 m)
Obs.: 10.8 m = altura típica pára-raios em relação à fase inferior

g) Pressões máximas de vento sobre cabos para vão médio:

⇒ cabo CONDUTOR : 119.86 kgf/m^2 (H = 24.0m G_C = 2.17 G_L = 0.91)

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 1 : 127.60 kgf/m^2 (H = 35.0m G_C = 2.31 G_L = 0.91)

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 2 : 127.60 kgf/m^2 (H = 35.0m G_C = 2.31 G_L = 0.91)

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 3 : 127.60 kgf/m^2 (H = 35.0m G_C = 2.31 G_L = 0.91)

⇒ cabo PÁRA-RAIOS 4 : 127.60 kgf/m^2 (H = 35.0m G_C = 2.31 G_L = 0.91)

h) Pressões máximas de vento sobre cadeias de isoladores:

⇒ cadeia de suspensão I: 182.10 kgf/m^2 (H = 43.0m Gi = 2.50 Ca = 1.20)

3.1.5 CARGAS LONGITUDINAIS DECORRENTES DE RUPTURA DE CABO

- PÁRA-RAIOS: 1.25 x Tração EDS
- FASES: 0.70 x Tração EDS

3.1.6 CARGAS LONGITUDINAIS PARA CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA

- PÁRA-RAIOS: 0.50 x Tração EDS
- FASES: 0.25 x Tração EDS

3.1.7 HIPÓTESES DE CARGA E FATORES DE SOBRECARGA - SUSPENSÃO

- HIP. 1: Cabos intactos, com vento transversal máximo (90°)
  HIP. 2: Cabos intactos, com vento longitudinal máximo
  HIP. 3: Cabos intactos, com vento máximo a 45°, 60° ou 75°
  HIP. 4: Ruptura de 1 fase, sem vento
  HIP. 5: Ruptura de 1 pára-raios, sem vento
  HIP. 6: Construção/Manutenção, sem vento
  HIP. 7: Cabos intactos, com vento transversal de alta intensidade
  HIP. 8: Cabos intactos, com vento longitudinal de alta intensidade
  HIP. 9: Cabos intactos, com vento de alta intensidade a 45°, 60° ou 75°
  HIP. 10: Contenção de queda em cascata, sem vento
  HIP. 11: Grampeamento, sem vento
- Fatores de sobrecarga:
  ⇒ Cargas transversais:
  - HIP. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10 : 1.00
  - HIP. 6 : 1.50 (em construção)
    ou 1.15 (já construído)
  - HIP. 11 : 1.50

  ⇒ Cargas verticais:
  - HIP. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10 : 1.15 (normais)
    ou 0.87 (reduzidas)
  - HIP. 6 : 1.50 (em construção)
    ou 1.15 (já construído)
  - HIP. 11 : 1.50
  - Para hipóteses com cargas verticais reduzidas, fator de sobrecarga considerado para o peso próprio da estrutura: 0.87

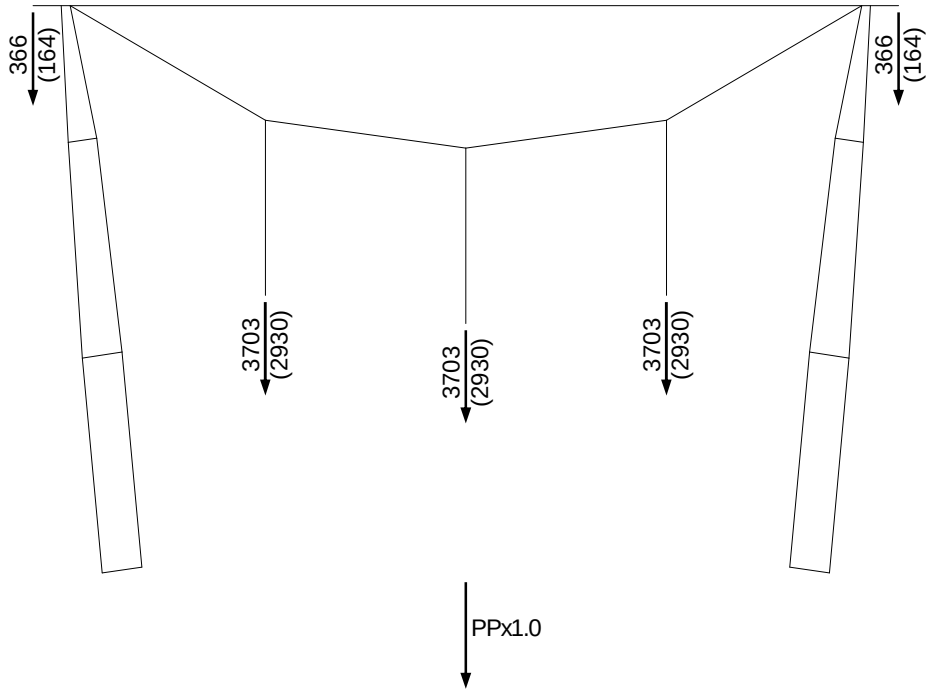
  ⇒ Cargas longitudinais:
  - HIP. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10 : 1.00
  - HIP. 6 : 1.50 (em construção)
    ou 1.15 (já construído)
  - HIP. 11 : 1.50

3.1.8 CARGAS POR HIPÓTESE

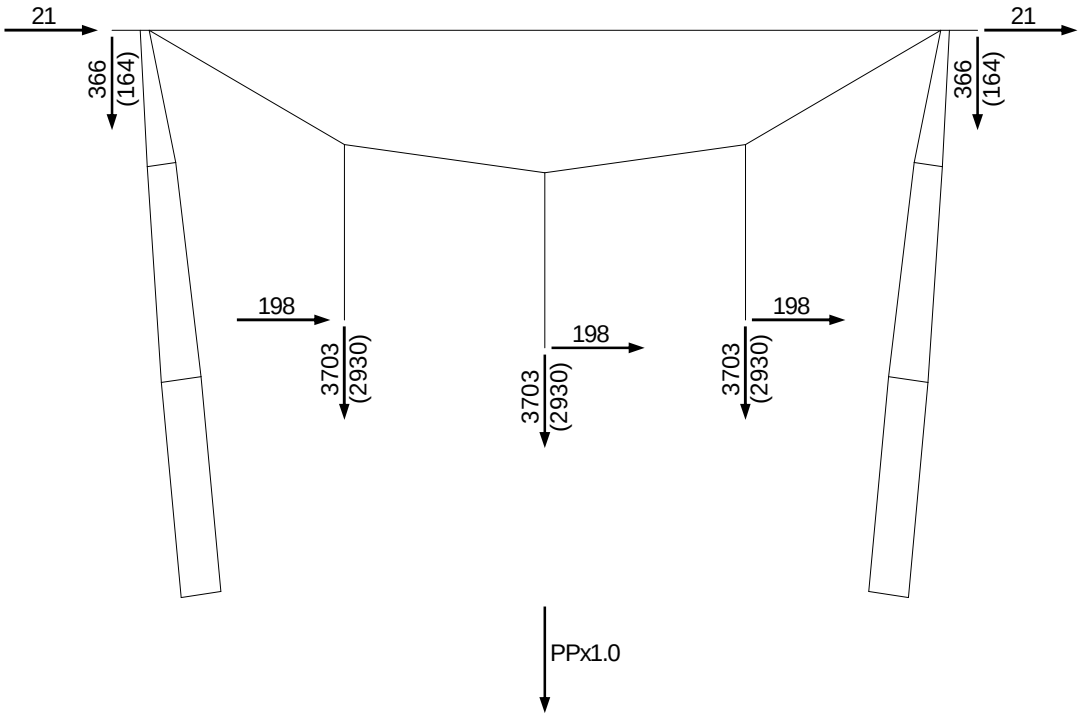
Notas:

1. Para as hipóteses com vento de alta intensidade (hip. 7, 8 e 9), considerou-se trações atuantes iguais às obtidas para Vento Reduzido (90°)

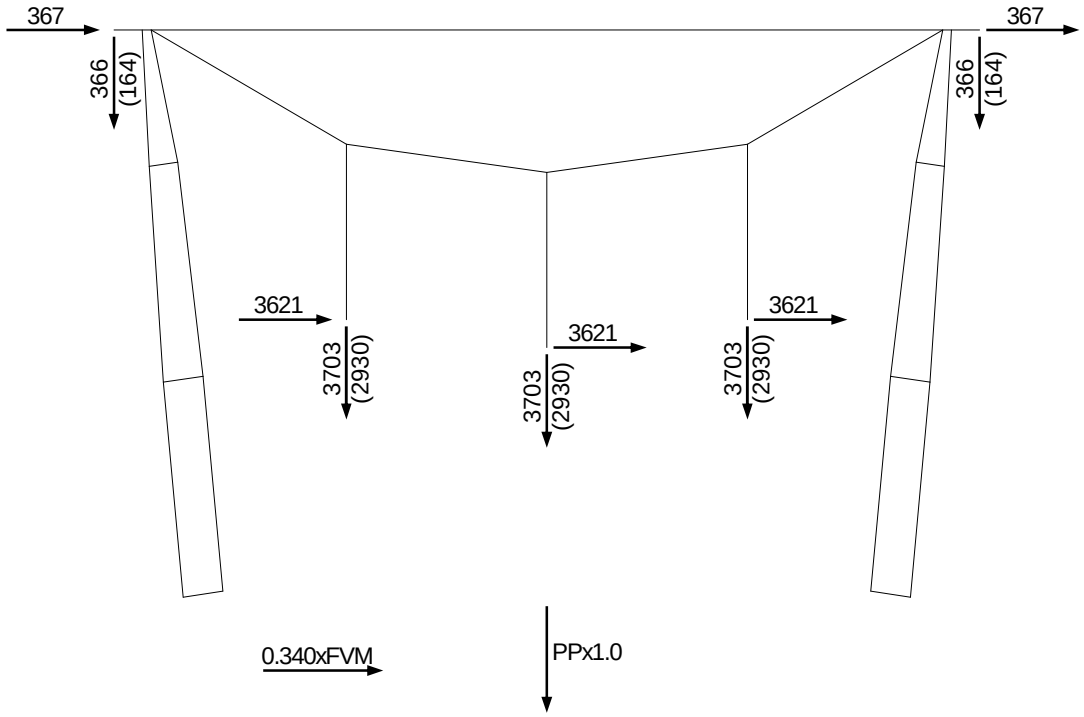
3.2 HIPÓTESES PARA VERIFICAÇÕES ELÉTRICAS E DE GEOMETRIA



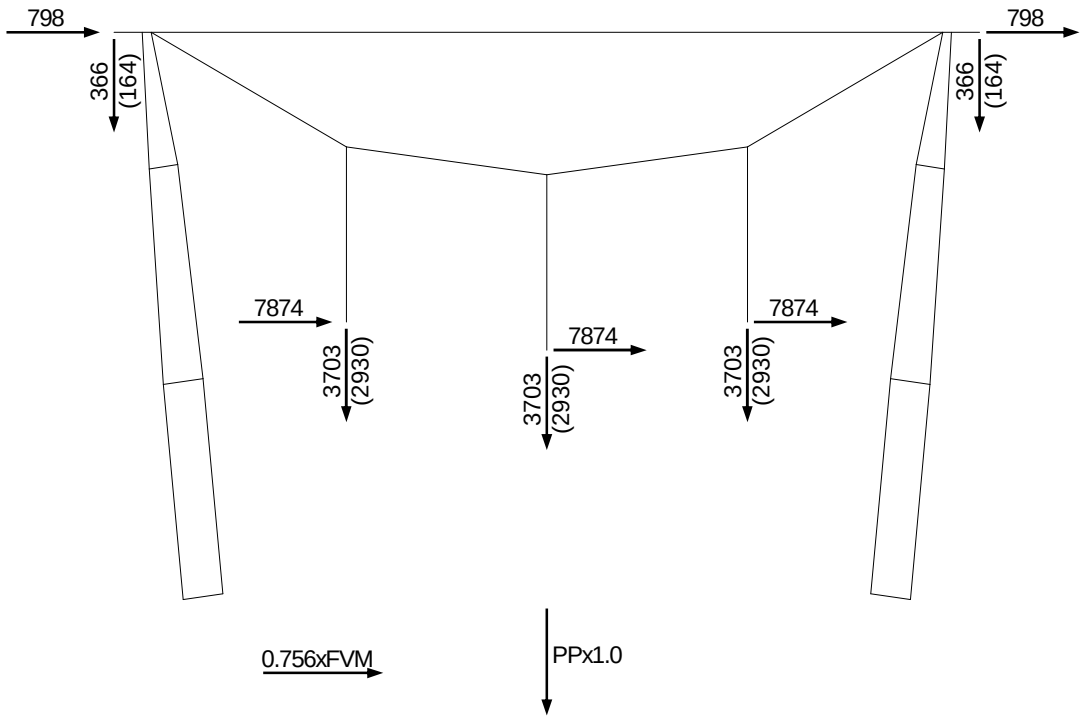
HIPÓTESE G1
(SEM VENTO)
(EDS-ALINHAMENTO)



HIPÓTESE G2
(SEM VENTO)
(EDS-ÂNGULO MÁXIMO)

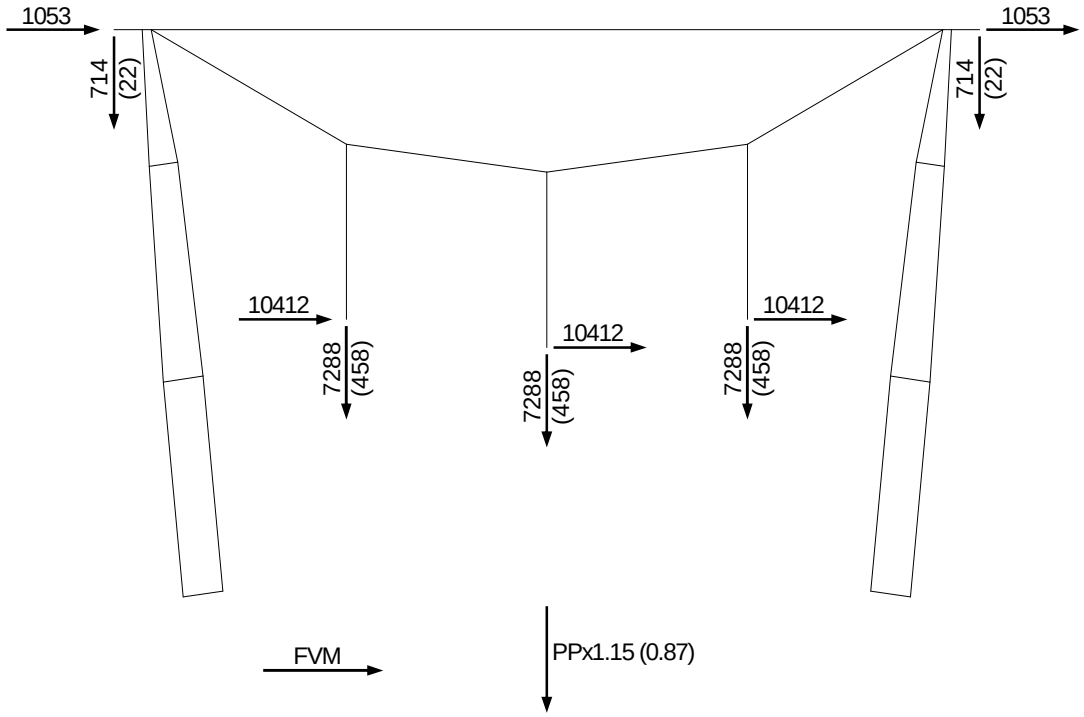


HIPÓTESE G3
(VENTO TRANSVERSAL T=2anos)
(CABOS INTACTOS)

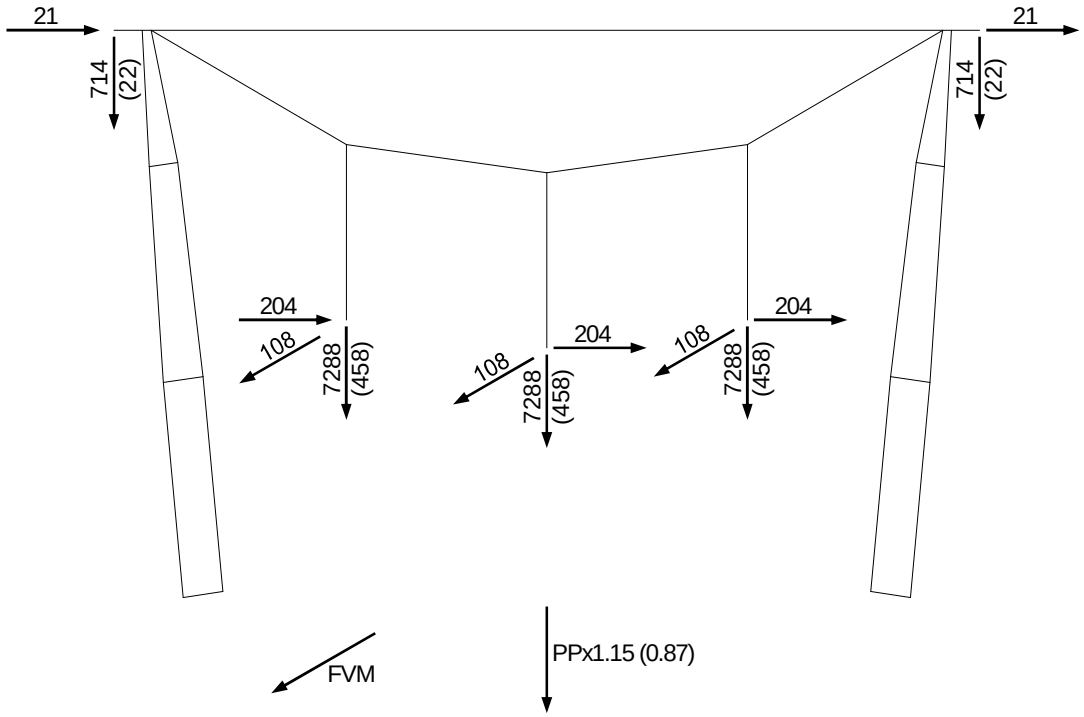


HIPÓTESE G4
(VENTO TRANSVERSAL T=50anos)
(CABOS INTACTOS)

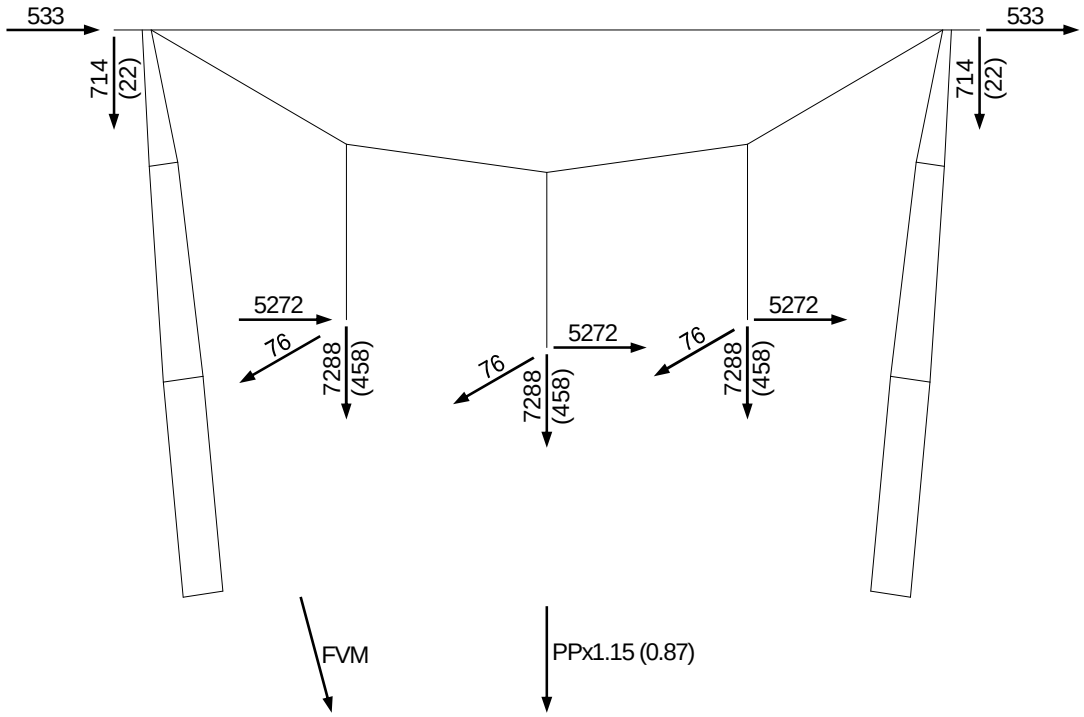
3.3 HIPÓTESES PARA DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL



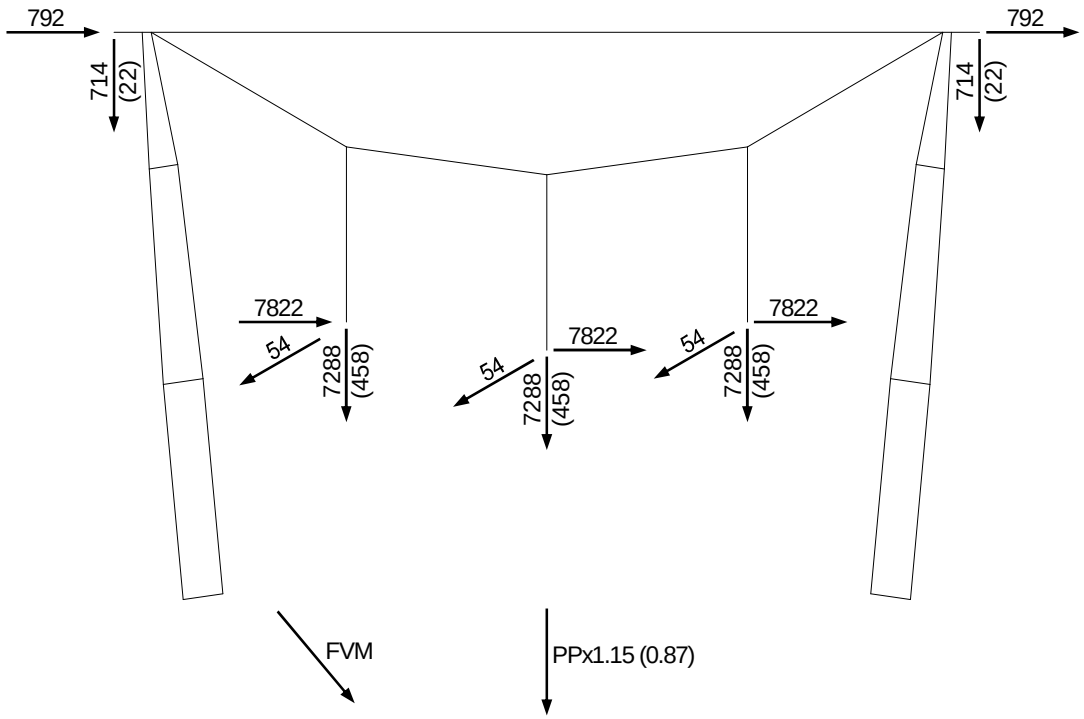
HIPÓTESE 1
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



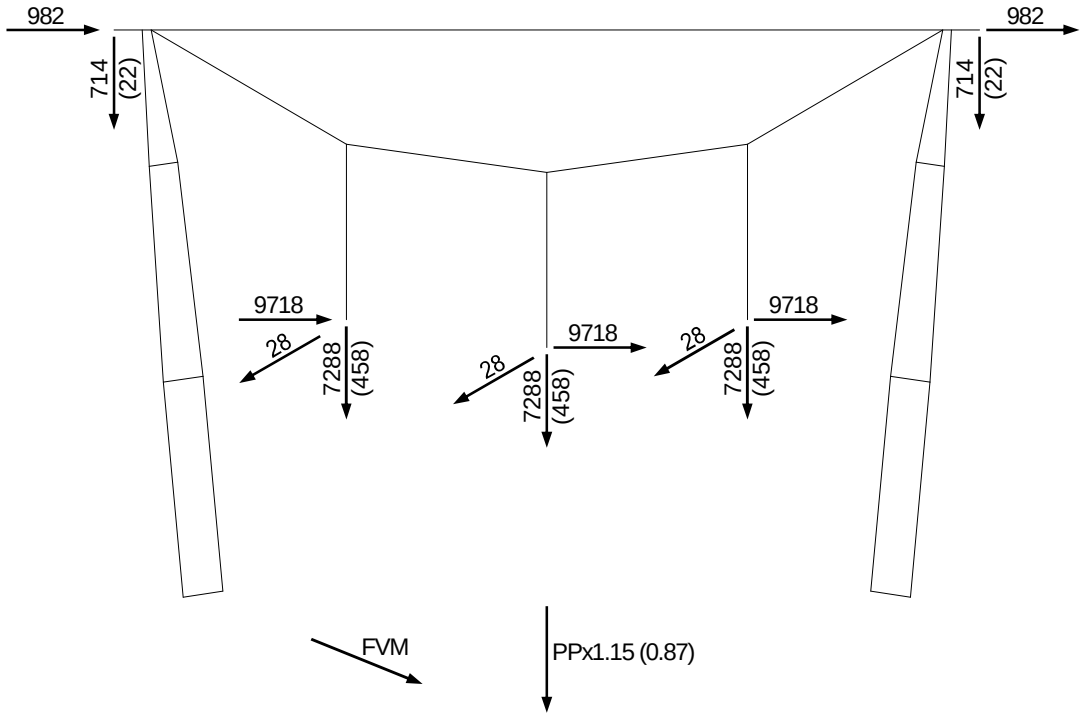
HIPÓTESE 2
(VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



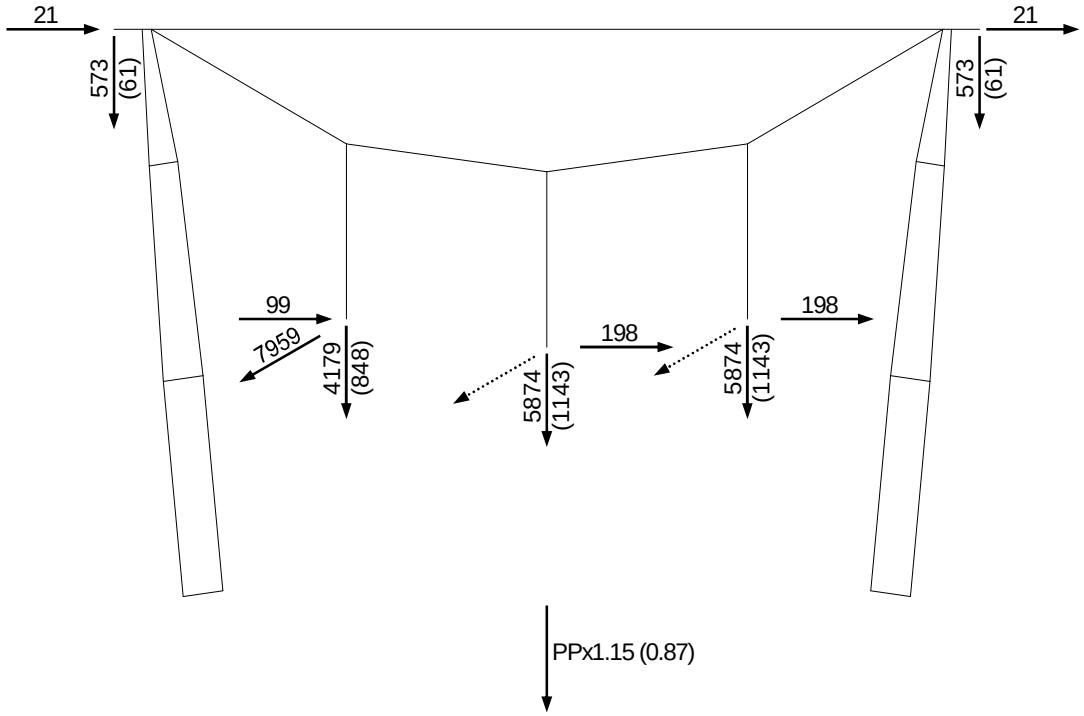
HIPÓTESE 3
(VENTO MÁXIMO A 45°)
(CABOS INTACTOS)



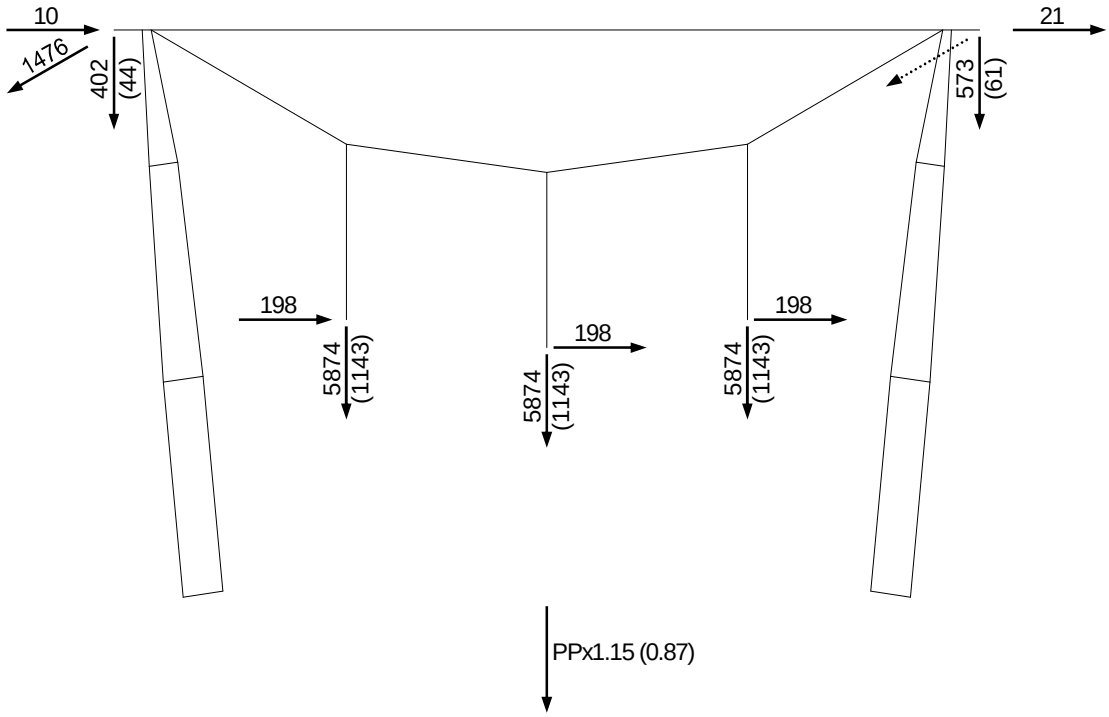
HIPÓTESE 3-60
(VENTO MÁXIMO A 60°)
(CABOS INTACTOS)



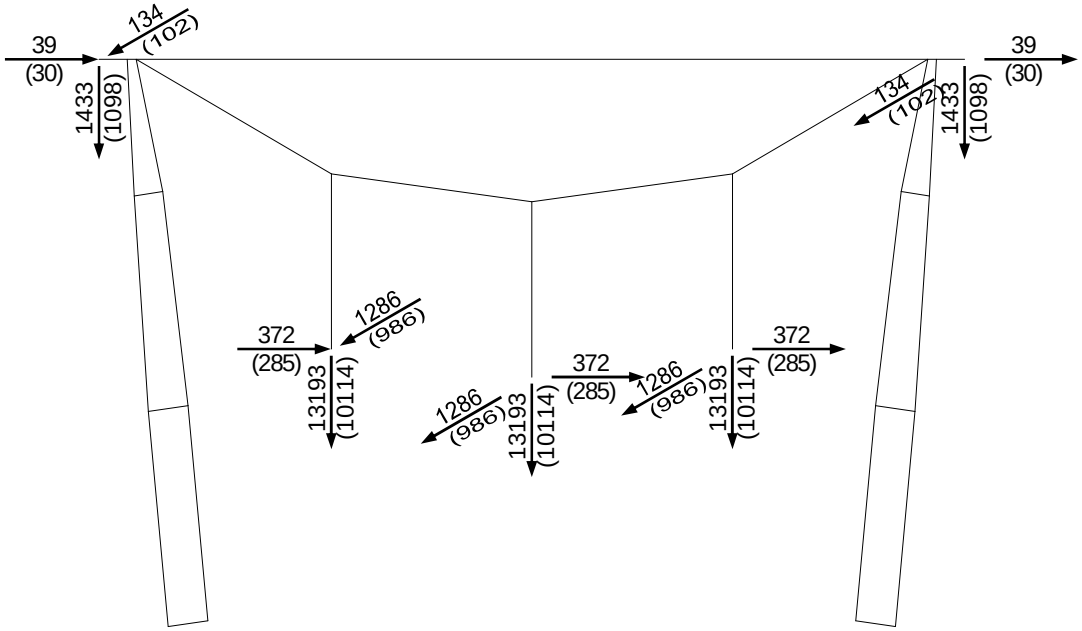
HIPÓTESE 3-75
(VENTO MÁXIMO A 75°)
(CABOS INTACTOS)



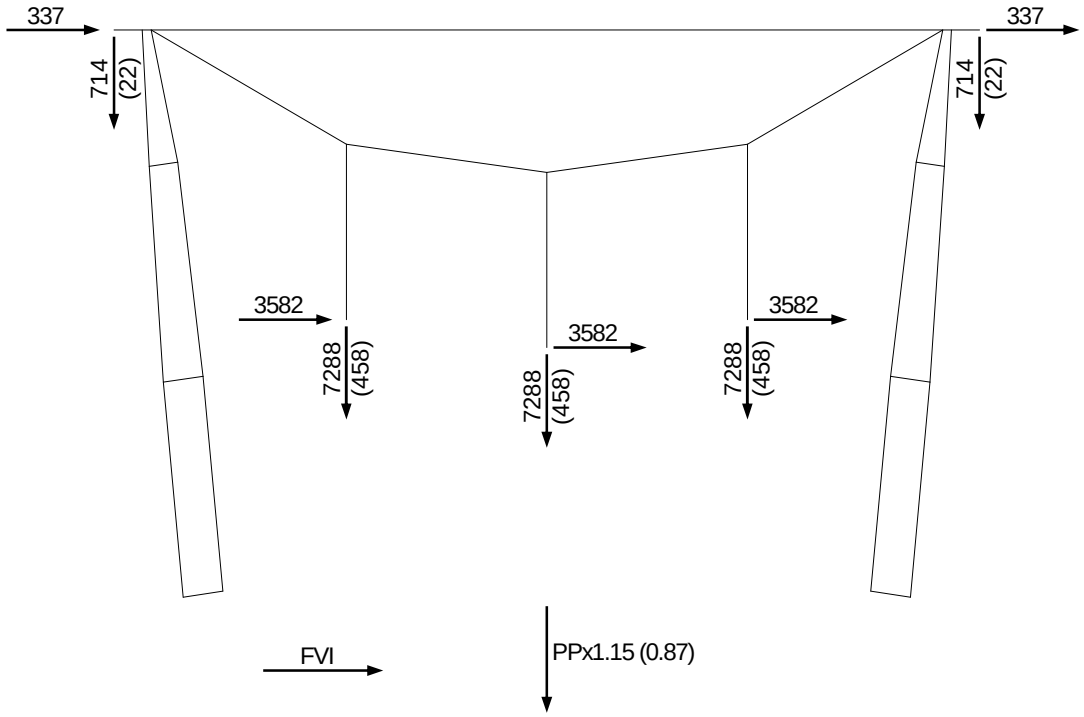
HIPÓTESE 4
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE)



HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)

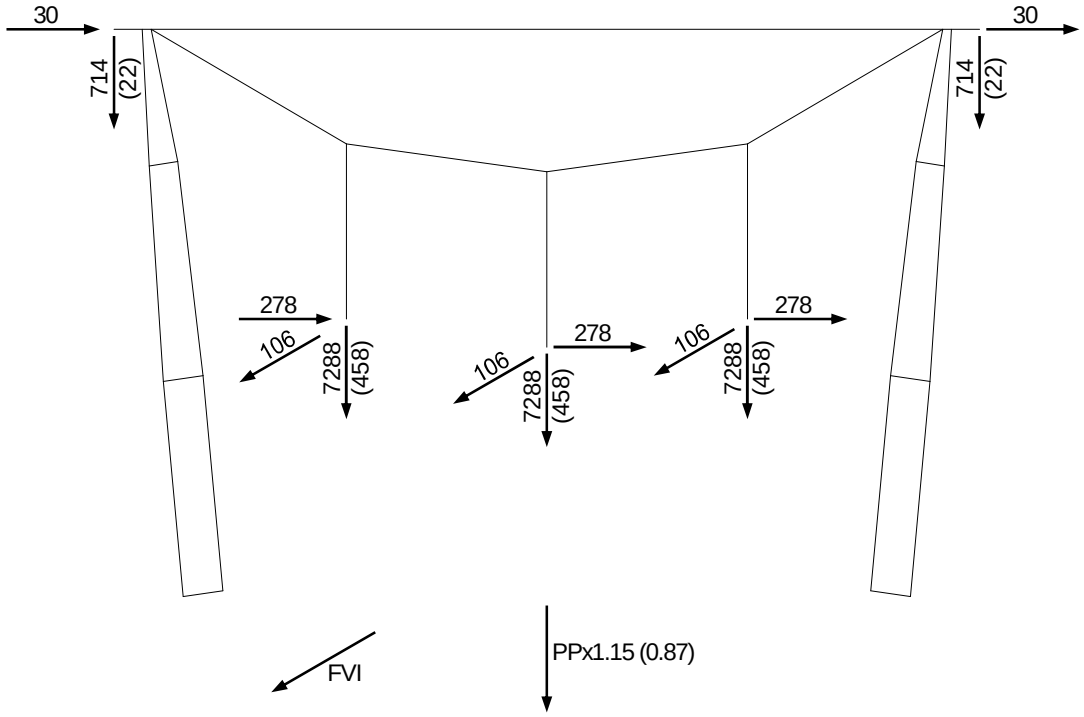


HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



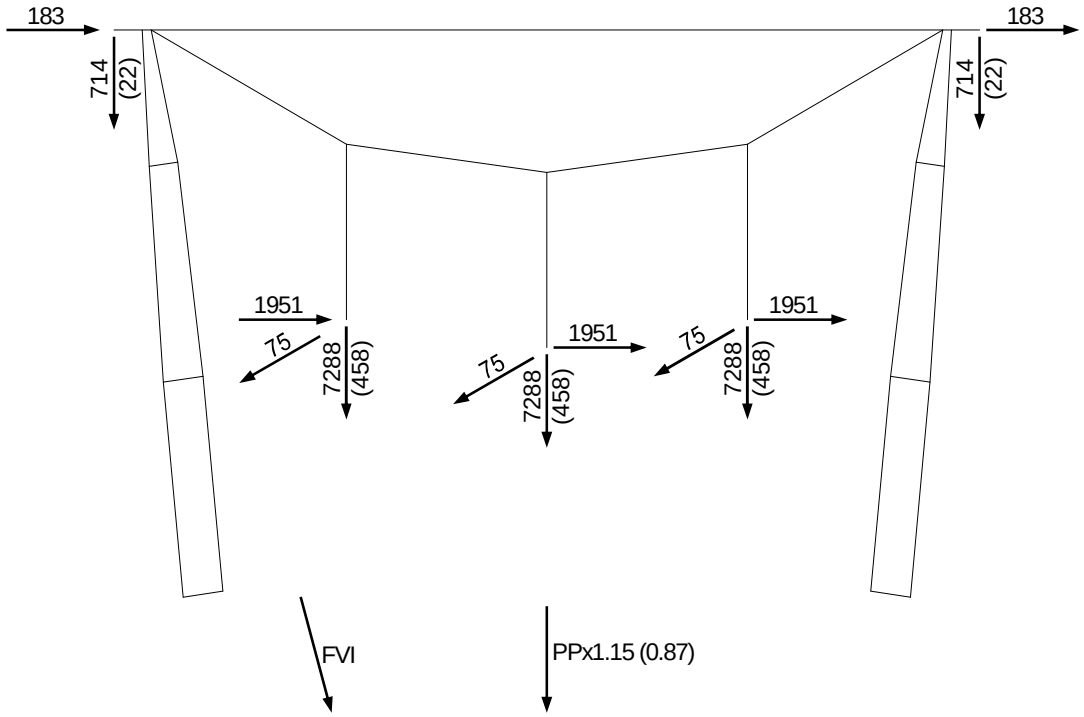
HIPÓTESE 7

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)

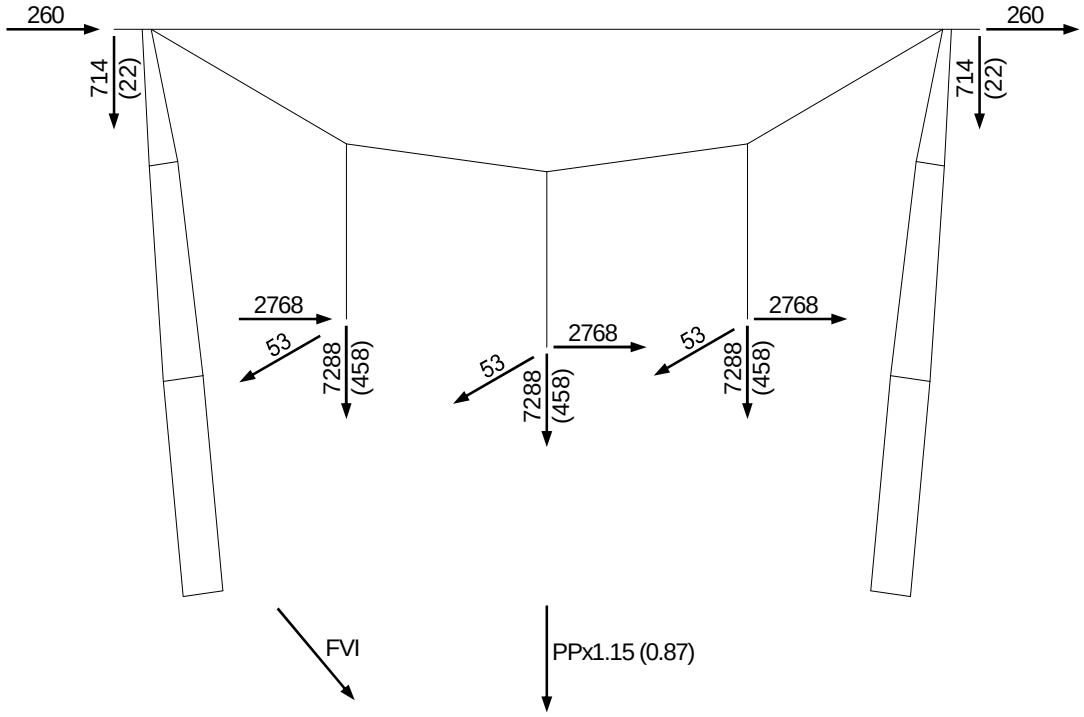


HIPÓTESE 8

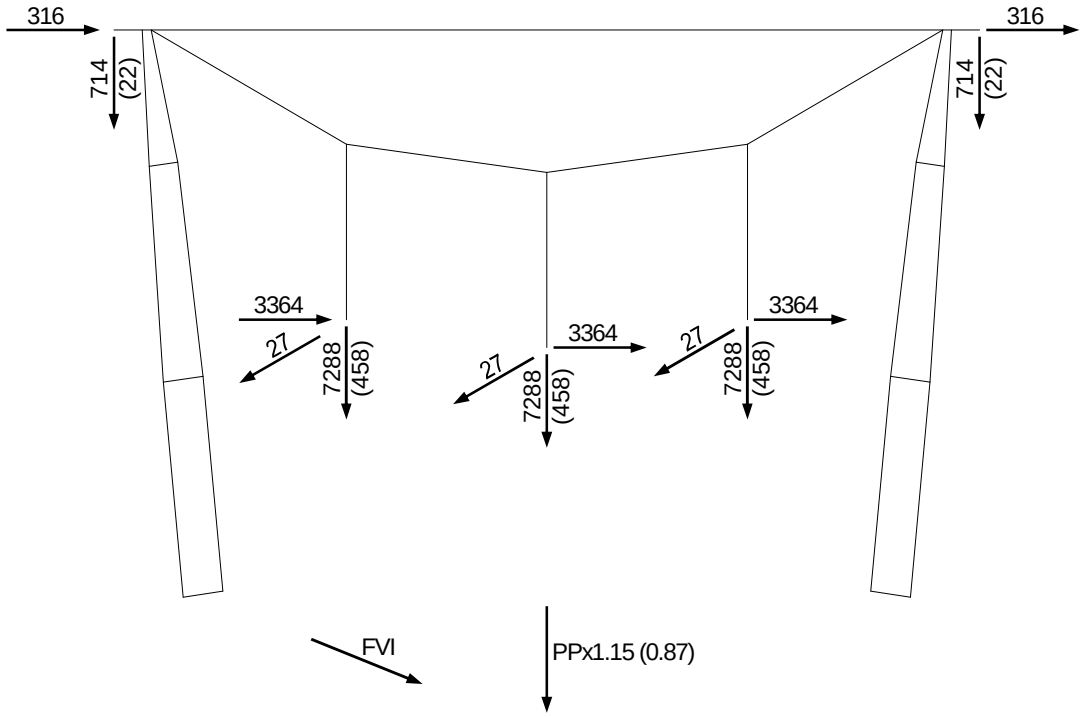
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



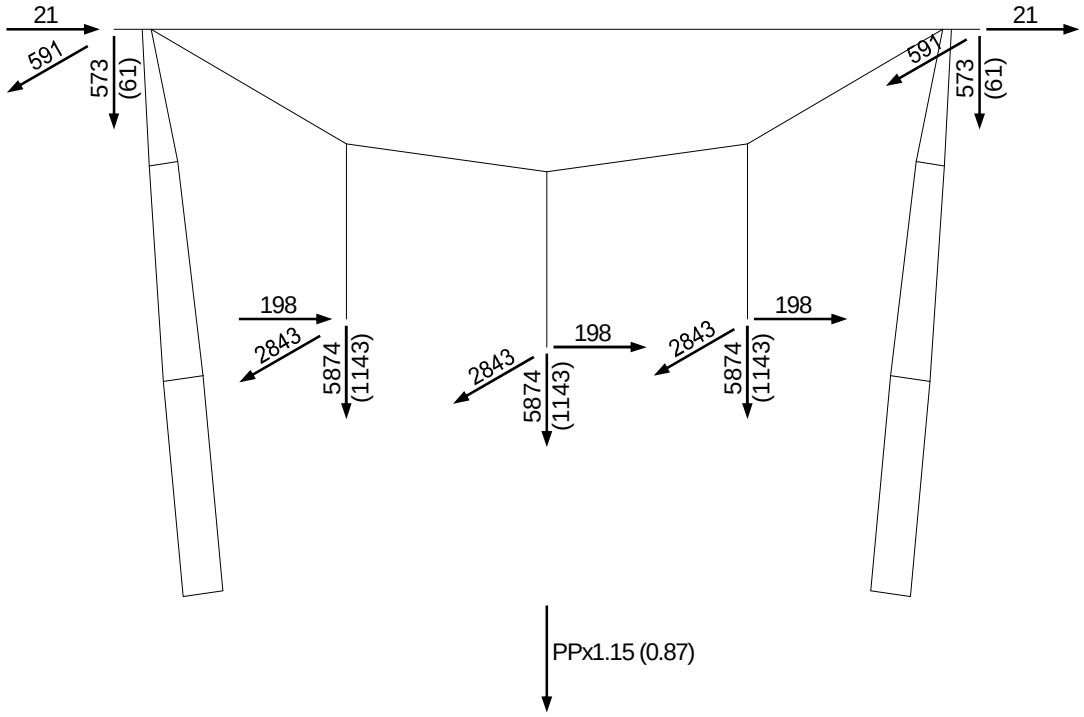
HIPÓTESE 9
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)
(CABOS INTACTOS)



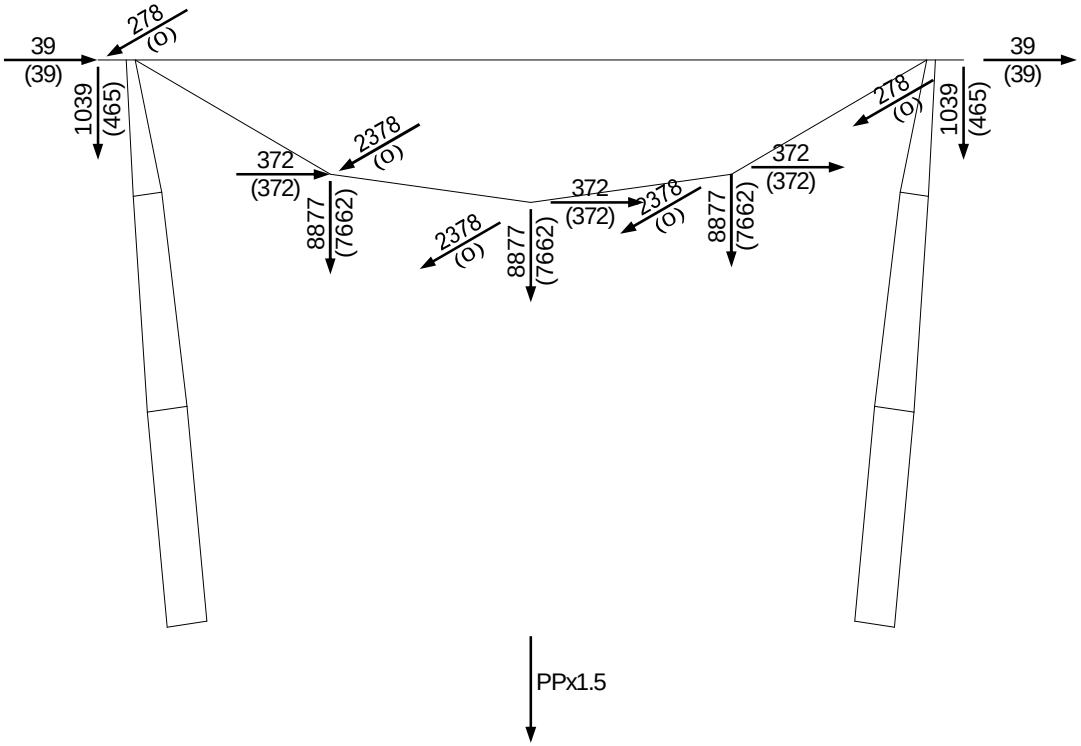
HIPÓTESE 9-60
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 60°)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9-75
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 75°)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 10
(SEM VENTO)
(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)



HIPÓTESE 11
(SEM VENTO)
(GRAMPEAMENTO)

3.4 NOTAS PARA ÁRVORES DE CARGA

a) As árvores de carga apresentadas no item 3.2 são utilizadas somente para verificações dos espaçamentos elétricos nas silhuetas deslocadas da torre. Tais verificações estão apresentadas no desenho ENGETOWER n° 267.67-D2000/2.
b) As árvores de carga apresentadas no item 3.3 representam as hipóteses de carga básicas consideradas no cálculo. Algumas destas hipóteses foram desdobradas para a análise estrutural, conforme se esclarece em notas subseqüentes.
c) Cargas são últimas (incluem os respectivos fatores de sobrecarga) e estão em kgf.
d) **FVM** indica a força devida à ação do vento máximo sobre a própria torre e **FVI** indica a força devida à ação do vento de alta intensidade. Para cálculo de **FVM** e **FVI**, ver páginas seguintes.
e) **PP** indica o peso próprio da torre.
f) **Hipóteses 4** (ruptura de uma fase): **e** na denominação da hipótese de carga indica carga longitudinal na fase da esquerda, **d** indica carga longitudinal na fase da direita e **m** indica carga longitudinal na fase central.
g) **Hipóteses 5** (ruptura de um pára-raios): **e** na denominação da hipótese de carga indica carga longitudinal no PR da esquerda e **d** indica carga longitudinal no PR da direita.
h) **Hipótese 6** (construção/manutenção):
   OBS.: 1) Para cabos em lançamento, considerar cargas fora de parênteses na árvore de carga;
   2) Para cabos lançados, considerar cargas entre parênteses na árvore de carga;
   Ae : cargas de lançamento no PR esquerdo;
   Ad : cargas de lançamento no PR direito;
   Be : cargas de lançamento no PR esquerdo e PR direito lançado;
   Bd : cargas de lançamento no PR direito e PR esquerdo lançado;
   C : 2 PR's lançados;
   De : 2 PR's lançados e lançamento da fase da esquerda;
   Dd : 2 PR's lançados e lançamento da fase da direita;
   Dm : 2 PR's lançados e lançamento da fase da central;
   Eem: 2 PR's lançados, lançamento da fase da esquerda e fase central lançada;
   Eed: 2 PR's lançados, lançamento da fase da esquerda e fase da direita lançada;
   Eme: 2 PR's lançados, lançamento da fase central e fase da esquerda lançada;
   Emd: 2 PR's lançados, lançamento da fase central e fase da direita lançada;
   Ede: 2 PR's lançados, lançamento da fase da direita e fase da esquerda lançada;
   Edm: 2 PR's lançados, lançamento da fase da direita e fase central lançada;
   Fe : 2 PR's lançados, lançamento da fase da esquerda e demais fases lançadas;
   Fm : 2 PR's lançados, lançamento da fase central e demais fases lançadas;
   Fd : 2 PR's lançados, lançamento da fase da direita e demais fases lançadas;
   G : 2 PR's e todas as fases lançados;
i) **Hipóteses 11** (grampeamento):
   OBS.: 1) Para cabos em grampeamento, considerar cargas fora de parênteses na árvore de carga;
   2) Para cabos só lançados ou já grampeados, considerar cargas entre parênteses na árvore de carga;
   Nos desdobramentos abaixo especificados, considerar cargas de cabos só lançados/já grampeados nos pontos onde não houver cabos em grampeamento:
   Ae: cargas de grampeamento somente no PR esquerdo;
   Ad: cargas de grampeamento somente no PR direito;
   B : cargas de grampeamento somente nos 2 PR's;
   Ce: cargas de grampeamento somente nos 2 PR's e na fase da esquerda;
   Cd: cargas de grampeamento somente nos 2 PR's e na fase da direita;
   Cm: cargas de grampeamento somente nos 2 PR's e na fase central;
   De: sem as cargas de grampeamento da fase da esquerda;
   Dd: sem as cargas de grampeamento da fase da direita;
   Dm: sem as cargas de grampeamento da fase central;
   E : todas as cargas de grampeamento aplicadas.
j) **R** na denominação da hipótese de carga indica cargas verticais mínimas (valores entre parênteses nas árvores de carga).

4 CARGAS DEVIDAS AO VENTO SOBRE A TORRE

4.1 CARGAS DEVIDAS AO VENTO MÁXIMO SOBRE A TORRE

As cargas devidas à ação do vento máximo sobre a torre foram calculadas conforme metodologia da Publicação IEC/TR 60826, considerando-se a seguinte pressão dinâmica de referência:

- vento máximo: q0 = 60.7 kgf/m².

4.2 CARGAS DEVIDAS AO VENTO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE A TORRE

As cargas devidas à ação do vento de alta intensidade sobre a torre foram calculadas com base na seguinte pressão dinâmica, constante ao longo da altura:

- vento de alta intensidade: qi = 148.8 kgf/m².

4.3 CARGAS DEVIDAS AO VENTO, POR MASTRO e POR PAINEL

Painel	H (m)	Ae (m²)	Ab (m²)	Ae/Ab	Ca	Gt	FW (kgf)	FWi (kgf)
1	49.073	0.99	2.08	0.48	2.01	2.55	308	296
		1.16	2.65	0.44	2.10		377	362
2	45.348	1.76	7.80	0.23	2.81	2.52	756	736
		1.76	7.80	0.23	2.81		756	736
3	39.387	1.88	9.00	0.21	2.90	2.46	814	811
		1.88	9.00	0.21	2.90		814	811
4	33.427	1.88	9.00	0.21	2.90	2.38	788	811
		1.88	9.00	0.21	2.90		788	811
5	27.467	1.88	9.00	0.21	2.90	2.29	758	811
		1.88	9.00	0.21	2.90		758	811
6	21.507	1.88	9.00	0.21	2.90	2.18	721	811
		1.88	9.00	0.21	2.90		721	811
7	15.546	1.88	9.00	0.21	2.90	2.06	682	811
		1.88	9.00	0.21	2.90		682	811
8	9.586	1.74	7.80	0.22	2.85	1.94	584	738
		1.74	7.80	0.22	2.85		584	738
9	3.626	0.76	2.01	0.38	2.27	1.94	203	257
		0.76	2.01	0.38	2.27		203	257
10	37.152	0.99	2.08	0.48	2.01	2.43	294	296
		1.16	2.65	0.44	2.10		359	362
11	33.427	1.76	7.80	0.23	2.81	2.38	714	736
		1.76	7.80	0.23	2.81		714	736
12	27.467	1.88	9.00	0.21	2.90	2.29	758	811
		1.88	9.00	0.21	2.90		758	811
13	21.507	1.88	9.00	0.21	2.90	2.18	721	811
	51.507	1.88	9.00	0.21	2.90	2.57	851	811
14	15.546	1.88	9.00	0.21	2.90	2.06	682	811
		1.88	9.00	0.21	2.90		682	811
15	9.586	1.74	7.80	0.22	2.85	1.94	584	738
		1.74	7.80	0.22	2.85		584	738
16	3.626	0.76	2.01	0.38	2.27	1.94	203	257
		0.76	2.01	0.38	2.27		203	257

NOTAS:

1. Para indicação dos painéis de vento, ver desenho ENGETOWER n° 267.67-D2000/1.
2. A linha superior refere-se à face longitudinal da torre (vento transversal) e a linha inferior refere-se à face transversal da torre (vento longitudinal).
3. H = altura sobre o solo.
4. Gt = fator de rajada (para terreno com rugosidade B).
5. Ae = área exposta ao vento para 1 mastro.
6. Ab = área de contorno associada a Ae.
7. Ca = coeficiente de arrasto (calculado com base na relação Ae/Ab).
8. FW e FWi = componente transversal (FWT) ou longitudinal (FWL) das forças de vento FVM e FVI sobre 1 mastro
9. FW = q0 x Gt x Ca x Ae, onde q0 = 60.7 kgf/m².
10. FWi = qi x Ca x Ae, onde qi = 148.8 kgf/m².
11. As forças devidas à ação do vento sobre os estais não estão incluídas na tabela acima. Para o valor considerado para esta força, ver nota seguinte.
12. FWe = força devida ao vento máximo sobre 1 estai:
    190 kgf (torre H=37.5m) ou 136 kgf (torre H=25.5m)
    FWei= força devida ao vento de alta intensidade sobre 1 estai:
    196 kgf (torre H=37.5m) ou 148 kgf (torre H=25.5m).
13. Forças devidas à ação do vento sobre cabos de suspensão das fases:
    FWT = 0, FWL = 152.8 kgf; FWTi = 0, FWLi = 146.8
14. Forças devidas à ação do vento sobre cabo de interligação dos mastros:
    FWT = 0, FWL = 77.2 kgf; FWTi = 0, FWLi = 74.2

4.4 CARGAS DEVIDAS AO VENTO, POR MASTRO e POR NÍVEL

VENTO MÁXIMO (kgf)					
NÍVEL	VENTO a 90° (TRANSVERSAL)	VENTO a 0° (LONGITUDINAL)	VENTO a 45°	VENTO a 60°	VENTO a 75°
	FWT (FWL = 0)	(FWT = 0) FWL	FWT = FWL	FWT/FWL	FWT/FWL
1	154+190	189+190	145+136	162+164/94+96	159+184/42+48
2	532	567	466	538/311	542/145
3	785	785	666	782/451	796/213
4	801	801	680	798/461	812/218
5	773	773	656	770/444	784/210
6	740	740	627	736/425	750/201
7	702	702	595	699/403	711/191
8	633	633	537	630/364	642/172
9	394	394	334	392/226	399/107
10	102+190	102+190	86+136	101+164/58+96	103+184/28+48
11	147+136	180+136	139+96	154+116/89+68	151+132/41+36
12	504	537	441	510/294	513/138
13	736	736	625	733/423	746/200
14	740	805	655	753/435	754/202
15	702	767	623	715/413	716/192
16	633	633	537	630/364	642/172
17	394	394	334	392/226	399/107
18	102+136	102+136	86+96	101+116/58+68	103+132/28+36

VENTO DE ALTA INTENSIDADE (kgf)					
NÍVEL	VENTO a 90° (TRANSVERSAL)	VENTO a 0° (LONGITUDINAL)	VENTO a 45°	VENTO a 60°	VENTO a 75°
	FWT (FWL = 0)	(FWT = 0) FWL	FWT = FWL	FWT/FWL	FWT/FWL
1	148+196	181+196	140+140	156+168/90+96	152+188/41+52
2	516	549	452	522/301	526/141
3	774	774	656	770/445	785/210
4	811	811	688	808/466	823/220
5	811	811	688	808/466	823/220
6	811	811	688	808/466	823/220
7	811	811	688	808/466	823/220
8	775	775	657	771/445	786/210
9	498	498	422	495/286	505/135
10	129+196	129+196	109+140	128+168/74+96	130+188/35+52
11	148+148	181+148	140+104	156+128/90+72	152+144/41+40
12	516	549	452	522/301	526/141
13	774	774	656	770/445	785/210
14	811	811	688	808/466	823/220
15	811	811	688	808/466	823/220
16	775	775	657	771/445	786/210
17	498	498	422	495/286	505/135
18	129+148	129+148	109+104	128+128/74+72	130+144/35+40

NOTAS:

1. Para indicação dos níveis de vento, ver desenho ENGETOWER n° 267.67-D2000/1.
2. FWT = componente transversal das forças de vento FVM ou FVI.
   FWL = componente longitudinal das forças de vento FVM ou FVI.
   $FWT = [1 + 0.2sen^2(2\emptyset)] \times (FW(V.TRANSV)sen^2\emptyset + FW(V.LONGIT)cos^2\emptyset) \times sen\emptyset$
   $FWL = [1 + 0.2sen^2(2\emptyset)] \times (FW(V.TRANSV)sen^2\emptyset + FW(V.LONGIT)cos^2\emptyset) \times cos\emptyset$.
3. As forças indicadas referem-se a 1 mastro.
4. As forças indicadas nos níveis 1 e 10 (segunda parcela) correspondem à metade da carga devida à ação do vento sobre os estais na torre H=37.5m.
5. As forças indicadas nos níveis 11 e 18 (segunda parcela) correspondem à metade da carga devida à ação do vento sobre os estais na torre H=25.5m.

5 DIMENSIONAMENTO DE BARRAS E CONEXÕES

NOTAS:

1 - As forças máximas indicadas são últimas, ou seja, incluem os fatores de sobrecarga especificados.

2 - Aços estruturais: ASTM/A36.
ASTM/A572, grau 50 (indicado por ASTM A572).
ASTM/A572, grau 60 (indicado por ASTM A572*).

3 - Parafusos : ISO 898/1, classe 5.8

4 - Estais e cabos:

- Estais:	Ø1 $^{1}/_{8}$" (37 fios), com carga mínima de ruptura = 70000 kgf.
- Cabo de Interligação dos Mastros:	Ø5/8" (19 fios), com carga mínima de ruptura = 21000 kgf.
- Cabo de Suspensão das Fases:	Ø1 $^{3}/_{16}$" (37 fios), com carga mínima de ruptura = 78000 kgf.

5 - Módulo de elasticidade longitudinal:

- Perfis e chapas: 2038894 kgf/cm².
- Estais e cabos : 1500000 kgf/cm².

6 - Tensão de cisalhamento máxima nos parafusos: 2620 kgf/cm².

- O valor acima foi estabelecido considerando-se que os parafusos estão permanentemente submetidos a uma carga de tração de cerca de 40% de sua carga de ruptura, tração esta produzida pelo torque com que são instalados.
- Para a determinação da resistência ao cisalhamento dos parafusos, considerou-se rosca excluída da seção de corte.

7 - Tensão de esmagamento considerando bordas padrões (Fp = 1.0833 x Fu):

- Aço ASTM/A36: 4417 kgf/cm².
- Aço ASTM/A572, grau 50: 4950 kgf/cm².
- Aço ASTM/A572, grau 60: 5712 kgf/cm².

8 - Curvas de flambagem (dimensionamento à compressão): conforme "Design of Latticed Steel Transmission Structures" (Norma ASCE 10-15), itens 3.6 e 3.7.

9 - Área líquida (An) para o dimensionamento à tração:

- Cantoneiras presas em uma só aba: An = 0.90 x (Ab - Aa).
- Cantoneiras presas em ambas as abas: An = Ab - Aa.

- onde: - Ab = Área bruta.
  - Aa = Área dos furos.

10 - Na análise estrutural, considerou-se que os estais estavam pré-tensionados com uma carga igual a 8% de sua carga mínima de ruptura (0.08 x de 70000 = 5600 kgf).

11 - No dimensionamento das barras e conexões, e também dos cabos (item 7) e do apoio da base dos mastros (item 8), adotou-se um coeficiente de minoração de resistências igual a 0.93, ou seja, as tensões e cargas admissíveis utilizadas foram obtidas multiplicando-se os valores limites pelo fator 0.93.

VERIFICACAO DOS PERFILADOS E LIGACOES

ISA CTEEP - LT's 500 kV C.S. - TORRE TIPO I52CRB

CONVENCOES ADOTADAS

NB = DENOMINACAO DA BARRA
HIP = HIPOTESE DE CARREGAMENTO GOVERNANTE
FMAX= ESFORCO MAXIMO (KGF)
L = COMPRIMENTO DE FLAMBAGEM CRITICO (CM)
R = RAIO DE GIRACAO CRITICO (CM)
A = AREA DA SECAO TRANSVERSAL (CM^2)
ESB = ESBELTEZ CRITICA EFETIVA
C = CURVA DO ASCE P/ CORRECAO DA ESBELTEZ
TA = TENSAO ADMISSIVEL NA BARRA (KGF/CM^2)
FA = ESFORCO ADMISSIVEL NA BARRA (KGF)
NP = NUMERO DE PARAFUSOS
D = DIAMETRO DO PARAFUSO (MM)
SD = CISALHAMENTO DUPLO NO CORPO DO PARAFUSO (SECAO DUPLA)
FCA = FORCA DE CISALHAMENTO ADMISSIVEL NA LIGACAO (KGF)
FEA = FORCA DE ESMAGAMENTO ADMISSIVEL NA LIGACAO (KGF)
EC = ESPESSURA DA CHAPA ADOTADA P/ CALCULO DE FEA (MM)
% = TAXAS MAXIMAS DE TRABALHO (%) - BARRA/LIGACAO

V E R I F I C A C A O D O S P E R F I L A D O S E L I G A C O E S

NB	HIP	FMAX	L	BITOLA	R	A	ESB	C	TA	FA	NP	D	SD	FCA	FEA/EC	%
M1Ea	5d	-9186	58	1L90x90x6	1.78	10.57	76	3	2524	-26682	3	16.0		14697	15300	.34
	5d	7313		ASTM-A572*		7.44			3923	29196					6.0	.63
M1Eb	3-75	-17133	81	1L90x90x6	1.78	10.57	64	2	2796	-29551						.58
	5dR	3928		ASTM-A572*		7.44			3923	29196						
M1Ec	3-75	-24631	81	1L90x90x6	1.78	10.57	46	1	3120	-32981						.75
	9R	5585		ASTM-A572*		8.27			3923	32440						
M1Ed	3-75	-28902	81	1L90x90x6	1.78	10.57	46	1	3120	-32981						.88
	9R	6556		ASTM-A572*		8.27			3923	32440						
M1Ee	3-75	-31626	81	1L90x90x6	1.78	10.57	46	1	3120	-32981						.96
	9R	7180		ASTM-A572*		8.27			3923	32440						
M1Ia	3-60	-37945	48	1L90x90x7	1.77	12.24	50	2	3402	-41642	9	16.0		44092	53549	.91
	8R	4061		ASTM-A572*		8.60			3923	33739					7.0	.86
M1Ib	1	-29620	96	1L90x90x7	1.77	12.24	54	1	3318	-40616						.73
	8R	3155		ASTM-A572*		9.56			3923	37487						
M1Ic	3-75	-24611	96	1L90x90x7	1.77	12.24	54	1	3318	-40616						.61
	8R	2661		ASTM-A572*		9.56			3923	37487						
M1Id	3-75	-21775	96	1L90x90x7	1.77	12.24	54	1	3318	-40616						.54
	8R	2349		ASTM-A572*		9.56			3923	37487						
BP	1	-1111	31	2L90x90x7	0.53	24.48	89	3	2287	-55996	2	16.0		9798	11900	.02
	1	1069		ASTM-A572*		17.20			3923	67477					7.0	.11
D1as	8R	-190	68	2L90x90x7	1.09	24.48	91	3	2214	-54209	8	16.0		39193	47599	.48
	1	32445		ASTM-A572*		17.20			3923	67477					7.0	.83
D1ai	3-75	-12623	68	2L90x90x7	1.09	24.48	91	3	2214	-54209	4	16.0		19596	23800	.23
	9-60R	2655		ASTM-A572*		17.20			3923	67477					7.0	.64
D1b	9R	-1881	63	1L45x45x5	0.87	4.30	96	3	1948	-8375	2	16.0		9798	8500	.82
	3-75	8032		ASTM-A572		3.01			3269	9831	Fp=1.25Fu				5.0	.94
D1c	3-60	-6267	67	1L45x45x5	0.87	4.30	99	3	1884	-8100	2	16.0		9798	7367	.77
	9R	1439		ASTM-A572		3.01			3269	9831					5.0	.85
D1d	9R	-1327	86	1L45x45x4	0.88	3.49	109	3	1578	-5507	2	16.0		9798	6800	.73
	3-60	5819		ASTM-A572		2.45			3269	8012	Fp=1.25Fu				4.0	.86
D1e	3-60	-4086	77	1L45x45x4	0.88	3.49	104	3	1732	-6046	2	16.0		9798	5893	.68
	9R	926		ASTM-A572		2.45			3269	8012					4.0	.69
D1f	9R	-1025	109	1L45x45x3	0.88	2.66	124	4	1219	-3242	2	16.0		9798	5100	.74
	3-60	4551		ASTM-A572		1.88			3269	6134	Fp=1.25Fu				3.0	.89

VERIFICACAO DOS PERFILADOS E LIGACOES

NB	HIP	FMAX	L	BITOLA	R	A	ESB	C	TA	FA	NP	D	SD	FCA	FEA/EC	%
D1g	3-60	-3141	92	1L45x45x4	0.88	3.49	112	3	1484	-5178	2	16.0		9798	5893	.61
	9R	707		ASTM-A572		2.45			3269	8012					4.0	.53
D1h	9R	-836	133	1L45x45x3	0.88	2.66	151	4	819	-2178	2	16.0		9798	4420	.60
	3-60	3697		ASTM-A572		1.88			3269	6134					3.0	.84
Q1	3-75	-1042	110	1L50x50x3	0.99	2.96	116	3	1400	-4145	2	12.0		5511	3315	.49
	3-75	2974		ASTM-A572		1.84			3269	6030					3.0	.90
DQ1	5eR	-49	156	1L40x40x3	1.21	2.35	129	4	1125	-2644	1	12.0		2756	1657	.14
	1	767		ASTM-A572		1.71			3269	5575					3.0	.46
M2a	3-75	-31434	150	1L90x90x6	2.76	10.57	54	1	2980	-31498	6	16.0	SD	58789	35308	1.00
	9R	8005		ASTM-A572*		8.27			3923	32440	Fp=1.25Fu				6.0	.89
M2	3-60	-38213	150	1L90x90x7	2.75	12.24	55	1	3311	-40532	8	16.0	SD	78385	47599	.94
	9R	12599		ASTM-A572*		9.56			3923	37487					7.0	.80
D2a	1	-1418	135	1L50x50x3	0.99	2.96	136	4	1006	-2977	1	12.0		2756	1657	.48
	1	1438		ASTM-A572		2.25			3269	7370					3.0	.87
D2b	3-75	-1329	139	1L50x50x3	0.99	2.96	140	4	949	-2808	1	12.0		2756	1657	.47
	1	1343		ASTM-A572		2.25			3269	7370					3.0	.81
D2c	1	-1260	144	1L50x50x3	0.99	2.96	145	4	884	-2616	1	12.0		2756	1657	.48
	3-75	1231		ASTM-A572		2.25			3269	7370					3.0	.76
D2d	3-75	-1159	148	1L45x45x3	0.88	2.66	168	4	661	-1759	1	12.0		2756	1657	.66
	1	1168		ASTM-A572		1.98			3269	6487					3.0	.70
D2e	1	-1100	152	1L45x45x3	0.88	2.66	173	4	627	-1667	1	12.0		2756	1657	.66
	3-75	1078		ASTM-A572		1.98			3269	6487					3.0	.66
D2f	3-75	-1019	157	1L45x45x3	0.88	2.66	178	4	588	-1563	1	12.0		2756	1657	.65
	1	1016		ASTM-A572		1.98			3269	6487					3.0	.61
D2g	1	-960	161	1L45x45x3	0.88	2.66	183	4	559	-1486	1	12.0		2756	1657	.65
	9-75	949		ASTM-A572		1.98			3269	6487					3.0	.58
D2h	9-75	-909	165	1L45x45x3	0.88	2.66	188	4	532	-1415	1	12.0		2756	1657	.64
	9-75	905		ASTM-A572		1.98			3269	6487					3.0	.55
Q2	7R	-293	150	1L50x50x3	0.99	2.96	152	4	815	-2411	1	16.0		4899	2210	.17
	3-60	899		ASTM-A572		1.63			3269	5324					3.0	.41
DQ2	1	407	212	1L40x40x3	1.21	1.71	175	4	3269	5575	1	12.0		2756	1657	.07
				ASTM-A572											3.0	.25
M3	3-60	-44840	150	1L100x100x8	3.06	15.51	49	1	3429	-53185	8	16.0	SD	78385	54399	.84
	9R	18233		ASTM-A572*		12.44			3923	48812					8.0	.82

V E R I F I C A C A O D O S P E R F I L A D O S E L I G A C O E S

NB	HIP	FMAX	L	BITOLA	R	A	ESB	C	TA	FA	NP	D	SD	FCA	FEA/EC	%
D3	1	-1307	168	1L45x45x4	0.88	3.49	191	4	513	-1791	1	12.0		2756	2210	.73
	1	1318		ASTM-A572		2.59			3269	8483					4.0	.60
Q3	9-75	-241	150	1L50x50x3	0.99	2.96	152	4	815	-2411	1	16.0		4899	2210	.10
	3-60	225		ASTM-A572		1.63			3269	5324					3.0	.11
DQ3	9	-66	212	1L40x40x3	1.21	2.35	175	4	609	-1432	1	12.0		2756	1657	.05
	3	77		ASTM-A572		1.71			3269	5575					3.0	.05
M4	3-60	-48250	150	1L100x100x8	3.06	15.51	49	1	3429	-53185	8	16.0	SD	78385	54399	.91
	9R	21476		ASTM-A572*		12.44			3923	48812					8.0	.89
D4	3-75	-687	168	1L45x45x3	0.88	2.66	191	4	513	-1365	1	12.0		2756	1657	.50
	1	686		ASTM-A572		1.98			3269	6487					3.0	.41
Q4	9-60	-254	150	1L50x50x3	0.99	2.96	152	4	815	-2411	1	16.0		4899	2210	.11
	7	222		ASTM-A572		1.63			3269	5324					3.0	.11
DQ4	9	-102	212	1L40x40x3	1.21	2.35	175	4	609	-1432	1	12.0		2756	1657	.07
	9	79		ASTM-A572		1.71			3269	5575					3.0	.06
M5	3-60	-44748	150	1L100x100x8	3.06	15.51	49	1	3429	-53185	8	16.0	SD	78385	54399	.84
	9R	17820		ASTM-A572*		12.44			3923	48812					8.0	.82
D5	1	-1320	168	1L45x45x4	0.88	3.49	191	4	513	-1791	1	12.0		2756	2210	.74
	1	1333		ASTM-A572		2.59			3269	8483					4.0	.60
M6a	3-75	-31684	150	1L75x75x8	2.27	11.47	66	1	3025	-34701	6	16.0	SD	58789	40799	.91
	9R	7091		ASTM-A572*		8.40			3923	32962					8.0	.78
M6	3-60	-38236	150	1L90x90x7	2.75	12.24	55	1	3311	-40532	8	16.0	SD	78385	47599	.94
	9R	11908		ASTM-A572*		9.56			3923	37487					7.0	.80
D6a	3-75	-1412	135	1L50x50x3	0.99	2.96	136	4	1006	-2977	1	12.0		2756	1657	.47
	1	1422		ASTM-A572		2.25			3269	7370					3.0	.86
D6b	1	-1322	139	1L50x50x3	0.99	2.96	140	4	949	-2808	1	12.0		2756	1657	.47
	3-75	1318		ASTM-A572		2.25			3269	7370					3.0	.80
D6c	3-75	-1234	144	1L50x50x3	0.99	2.96	145	4	884	-2616	1	12.0		2756	1657	.47
	1	1224		ASTM-A572		2.25			3269	7370					3.0	.74
D6d	1	-1150	148	1L45x45x3	0.88	2.66	168	4	661	-1759	1	12.0		2756	1657	.65
	1	1145		ASTM-A572		1.98			3269	6487					3.0	.69
D6e	1	-1076	152	1L45x45x3	0.88	2.66	173	4	627	-1667	1	12.0		2756	1657	.65
	3-75	1068		ASTM-A572		1.98			3269	6487					3.0	.65
D6f	3-75	-1009	157	1L45x45x3	0.88	2.66	178	4	588	-1563	1	12.0		2756	1657	.65
	9-75	998		ASTM-A572		1.98			3269	6487					3.0	.61

V E R I F I C A C A O D O S P E R F I L A D O S E L I G A C O E S

NB	HIP	FMAX	L	BITOLA	R	A	ESB	C	TA	FA	NP	D	SD	FCA	FEA/EC	%
D6g	9-75	-958	161	1L45x45x3	0.88	2.66	183	4	559	-1486	1	12.0		2756	1657	.64
	3-75	937		ASTM-A572		1.98			3269	6487					3.0	.58
D6h	9-75	-895	165	1L45x45x3	0.88	2.66	188	4	532	-1415	1	12.0		2756	1657	.63
	9-75	908		ASTM-A572		1.98			3269	6487					3.0	.55
Q6	7R	-279	150	1L50x50x3	0.99	2.96	152	4	815	-2411	1	16.0		4899	2210	.17
	3-60	909		ASTM-A572		1.63			3269	5324					3.0	.41
DQ6	1	412	212	1L40x40x3	1.21	1.71	175	4	3269	5575	1	12.0		2756	1657	.07
				ASTM-A572											3.0	.25
M7	3-75	-32403	107	1L75x75x8	2.27	11.47	47	1	3469	-39795	8	16.0		39193	54399	.81
	9-60R	6178		ASTM-A572*		8.40			3923	32962					8.0	.83
Q7	7R	-536	110	1L50x50x3	0.99	2.96	116	3	1400	-4145	2	12.0		5511	3315	.45
	3-75	2684		ASTM-A572		1.84			3269	6030					3.0	.81
DQ7	1	1455	156	1L40x40x3	1.21	1.71	129	4	3269	5575	1	12.0		2756	1657	.26
				ASTM-A572											3.0	.88
ME	3-60	-48484	150	1L100x100x8	3.06	15.51	49	1	3429	-53185	8	16.0	SD	78385	54399	.91
	9R	21757		ASTM-A572*		12.44			3923	48812					8.0	.89
DE	3-75	-766	168	1L45x45x3	0.88	2.66	191	4	513	-1365	1	12.0		2756	1657	.56
	1	763		ASTM-A572		1.98			3269	6487					3.0	.46
QE	9-60	-255	150	1L50x50x3	0.99	2.96	152	4	815	-2411	1	16.0		4899	2210	.11
	7	222		ASTM-A572		1.63			3269	5324					3.0	.12
DQE	9	-103	212	1L40x40x3	1.21	2.35	175	4	609	-1432	1	12.0		2756	1657	.07
	9	78		ASTM-A572		1.71			3269	5575					3.0	.06

Verificação à flexão da barra de fixação do cabo pára-raios (Barra BP):

* Perfil: 2L90x90x7 - ASTM A572*

A = área = 2 x 12.24 = 24.48 cm²

W = módulo de rigidez à flexão = 2 x 14.13 = 28.26 cm³

* Verificação para a hipótese 5:

fb < 10 / 24.48 + (402 + 1476) x 39.5 / 28.26 = 2625 kgf/cm² < 0.93 x 4218 = 3923 kgf/cm²

* Verificação para a hipótese 6:

fb < 39 / 24.48 + (1433 + 134) x 39.5 / 28.26 = 2192 kgf/cm² < 0.93 x 4218 = 3923 kgf/cm²

6 CARGAS ÚLTIMAS SOBRE FUNDAÇÕES DOS MASTROS

-1-

ISA CTEEP - LT's 500 kV C.S. - TORRE TIPO I52CRB

CARGAS SOBRE FUNDACAO

FORMACAO DAS ALTURAS DE TORRE

1 = H=37.5m
2 = H=25.5m

AS CARGAS A SEGUIR APRESENTADAS NAO INCLUEM QUALQUER FATOR ADICIONAL
DE SOBRECARGA ESPECIFICO PARA FUNDACOES

ISA CTEEP - LT's 500 kV C.S. - TORRE TIPO I52CRB

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA OBLIQUO

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
    * VM - indica forca na direcao do eixo do mastro.
    * TM - indica forca horizontal transversal que atua com VM.
    * LM - indica forca horizontal longitudinal que atua com VM.

3 - Para a forca VM, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.= 1	TM=	1232	VM=	-96992	LM=	1	COMB.=	1
Hip.= 9-75	TM=	3366	VM=	-39631	LM=	791	COMB.=	1
Hip.= 8R	TM=	164	VM=	-14372	LM=	2986	COMB.=	1
Hip.= 9	TM=	2911	VM=	-44340	LM=	2459	COMB.=	1
Hip.= 1	TM=	582	VM=	-95591	LM=	1	COMB.=	2
Hip.= 3-75	TM=	1346	VM=	-94276	LM=	647	COMB.=	1
Hip.= 3-75	TM=	689	VM=	-92879	LM=	462	COMB.=	2
Hip.= 3-60	TM=	1504	VM=	-86768	LM=	1380	COMB.=	1
Hip.= 3	TM=	1362	VM=	-76548	LM=	2064	COMB.=	1
Hip.= 9	TM=	1898	VM=	-65341	LM=	2401	COMB.=	1
Hip.= 9-60	TM=	2277	VM=	-68811	LM=	1620	COMB.=	1

ISA CTEEP - LT's 500 kV C.S. - TORRE TIPO I52CRB

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA RETANGULAR

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
* V - indica forca vertical.
* T - indica forca horizontal transversal que atua com V.
* L - indica forca horizontal longitudinal que atua com V.

3 - Para a forca V, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.= 1	T =	12379	V =	-96349	L =	1	COMB.= 1
Hip.= 8R	T =	-1488	V =	-14277	L =	2986	COMB.= 1
Hip.= 3-60	T =	11476	V =	-86193	L =	1380	COMB.= 1
Hip.= 1	T =	11568	V =	-94957	L =	1	COMB.= 2
Hip.= 3-75	T =	12182	V =	-93651	L =	647	COMB.= 1
Hip.= 3-75	T =	11364	V =	-92264	L =	462	COMB.= 2

7 DIMENSIONAMENTO DOS CABOS E DE SUAS CONEXÕES À TORRE

7.1 ESTAIS

1 - CARACTERÍSTICAS DOS ESTAIS

Cordoalha galvanizada de aço, com pré-esticamento.

- Diâmetro : 1 1/8"
- Formação : 37 fios
- Carga de ruptura mínima: 70000 kgf

2 - VERIFICAÇÃO DOS ESTAIS

E = força máxima de tração nos estais
- torre H=37.5m: E-2 = 44473 kgf (Hip. 3-75)
- torre H=25.5m: E-3 = 44357 kgf (Hip. 1)

% = taxa de trabalho = 44473 / [0.93 x (0.75 x 70000)] = 0.911 ≤ 1.000

- Componentes da força máxima de tração nos estais:
  T = componente transversal = 18529 kgf
  V = componente vertical = 37991 kgf
  L = componente longitudinal = 13828 kgf

3 - VERIFICAÇÃO DAS CONEXÕES DOS ESTAIS À TORRE

Chapa 25.0 mm - ASTM A572 grau 50 (Borda mínima para Fp = 1.50 x Fu)
Manilha com pino Ø31.8 mm - Carga mínima de ruptura = 70000 kgf

a) Esmagamento na chapa de fixação da manilha

fp = 44473 / (3.18 x 2.50) = 5594 kgf/cm² < 0.93 x (1.50 x 4570) = 6375 kgf/cm²

b) Tração na chapa

borda lateral mínima da chapa: 70 mm
ft < 44473 / [(2 x 7.0 - 3.5) x 2.50] = 1694 kgf/cm² < 0.93 x 3515 = 3269 kgf/cm²

4 - RESISTÊNCIAS MÍNIMAS DAS FERRAGENS DOS ESTAIS E DAS HASTES DE ÂNCORA

- Carga de ruptura mínima : 70000 kgf
- Carga mínima sem deformação permanente: 44473 kgf

7.2 CABO DE INTERLIGAÇÃO DOS MASTROS

1 - CARACTERÍSTICAS DO CABO

Cordoalha galvanizada de aço, com pré-esticamento.

- Diâmetro : 5/8"
- Formação : 19 fios
- Carga de ruptura mínima: 21000 kgf

2 - VERIFICAÇÃO DO CABO

E1 = força máxima de tração no cabo = 7803 (Hip. 3R)
% = taxa de trabalho = 7803 / [0.93 x (0.65 x 21000)] = 0.615 ≤ 1.000

3 - VERIFICAÇÃO DAS CONEXÕES DO CABO À TORRE

2 esp. 12.7 mm - ASTM A572, grau 60 (Borda mínima para Fp = 1.0833 x Fu)
Ferragem com pino Ø19.1 mm - Carga mínima de ruptura = 21000 kgf

a) Esmagamento na chapa de fixação da ferragem

fp = 7803 / (1.91 x 2.54) = 1608 kgf/cm² < 0.93 x (1.0833 x 5273) = 5312 kgf/cm²

b) Tração na chapa

borda lateral mínima da chapa: 35 mm
ft < 7803 / [(2 x 3.5 - 2.22) x 2.54] = 644 kgf/cm² < 0.93 x 4218 = 3923 kgf/cm²

4 - RESISTÊNCIAS MÍNIMAS DAS FERRAGENS ASSOCIADAS A ESTE CABO

- Carga de ruptura mínima : 21000 kgf
- Carga mínima sem deformação permanente: 7803 kgf

7.3 CABO DO CONJUNTO DE SUSPENSÃO DAS FASES

1 - CARACTERÍSTICAS DO CABO

Cordoalha galvanizada de aço, com pré-esticamento.

- Diâmetro : 1 $^{3}/_{16}$"
- Formação : 37 fios
- Carga de ruptura mínima: 78000 kgf

2 - VERIFICAÇÃO DO CABO

E4 = força máxima de tração no trecho central = 36759 (Hip. 6Fm)
E5 = força máxima de tração no trecho lateral = 46604 (Hip. 1)
% = taxa de trabalho = 46604 / [0.93 x (0.65 x 78000)] = 0.988 ≤ 1.000

3 - VERIFICAÇÃO DAS CONEXÕES DO CABO À TORRE

2 esp. 12.7 mm - ASTM A572, grau 60 (Borda mínima para Fp = 1.25 x Fu)
Ferragem com pino Ø31.8 mm - Carga mínima de ruptura = 78000 kgf

a) Esmagamento na chapa de fixação da ferragem

fp = 46604 / (3.18 x 2.54) = 5770 kgf/cm² < 0.93 x (1.25 x 5273) = 6130 kgf/cm²

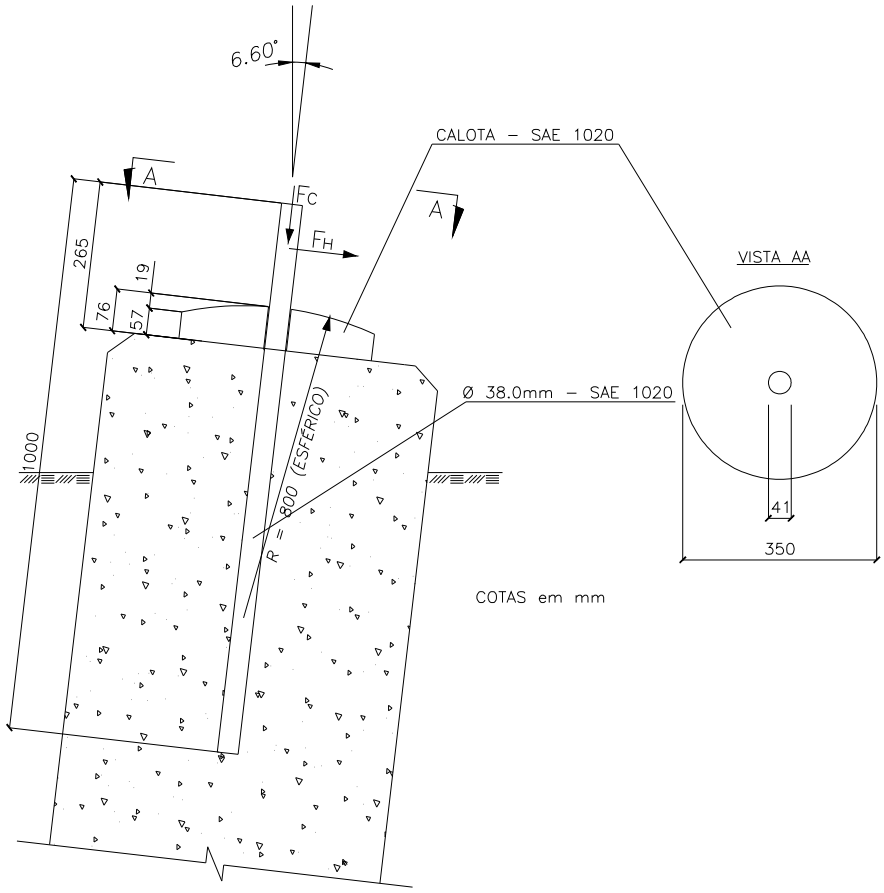
b) Tração na chapa

borda lateral mínima da chapa: 65 mm
ft < 46604 / [(2 x 6.5 - 3.49) x 2.54] = 1931 kgf/cm² < 0.93 x 4218 = 3923 kgf/cm²

4 - RESISTÊNCIAS MÍNIMAS DAS FERRAGENS ASSOCIADAS A ESTE CABO

- Carga de ruptura mínima : 78000 kgf
- Carga mínima sem deformação permanente: 46604 kgf

8 CÁLCULO DO APOIO DA BASE DOS MASTROS



1 - FORÇAS MÁXIMAS

HIPÓTESE 1
FC = 96992 kgf
FH = (1232² + 1²)½ = 1232 kgf

HIPÓTESE 9
FC = 44340 kgf
FH = (2911² + 2459²)½ = 3811 kgf

OBS.: FC = Força de Compressão na Direção do Eixo do Mastro
FH = Resultante das Forças Perpendiculares ao Eixo do Mastro que atuam com FC

2 - VERIFICAÇÕES

2.1 Chumbador

chumbador : 1 Ø 38 mm - SAE 1020 - Leng = 73.5 cm
base do mastro: chapa 25 mm - ASTM A36

fv = 1.1 x 3811 / 11.34 = 370 kgf/cm² < 0.93 x (0.6 x 2100) = 1172 kgf/cm²
fp = 1.1 x 3811 / (3.80 x 2.50) = 441 kgf/cm² < 0.93 x 4417 = 4107 kgf/cm²

2.2 Pressão no Concreto

Calota Ø350mm - Área de apoio = π x (35.0² - 4.1²) / 4 = 948.9 cm²

Concreto: fck = 200 kgf/cm² $\Rightarrow$ fcd = 200 / 1.4 = 142.9 kgf/cm²

Pressão = 1.1 x 96992 / 948.9 = 112.4 kgf/cm² < 142.9 kgf/cm²

ISA CTEEP

LEILÃO ANEEL 001/2022 - LOTE 3

LINHA DE TRANSMISSÃO 345 kV CIRCUITO SIMPLES

VIANA 2 / VIANA C3

PROJETO BÁSICO

ESTRUTURAS

02	JMC	SFJ	PRRLS	22/11/22	ALTERADO CABO PÁRA-RAIOS OPGW
01	JMC	SFJ	PRRLS	30/09/22	EMISSÃO INICIAL
REV.	FEITO	VERIF.	APROV.	DATA	DESCRIÇÃO

PROJETO ESTRUTURAL:

engetower ENGENHARIA

CLIENTE:

cobra BRASIL

isa CTEEP

FEITO	VERIF.	V. PROJ.	APROV.	DATA	O.S.	Nº ENGETOWER	Nº CLIENTE	REV.	TOT. FOL.
JMC	SJF	SJF	PRRLS	30/09/22	1861	267.69-B1001	BR-LOT3-71450-L-00-D0036	02	1/41

ÍNDICE

1 OBJETIVO	Pág.	3		
2 DADOS BÁSICOS	Pág.	4	a	8
3 SÉRIE DE ESTRUTURAS	Pág.	9	a	10
4 SILHUETAS TÍPICAS	Pág.	11	a	13
5 HIPÓTESES DE CARGA	Pág.	14	a	39
6 DIRETRIZES PARA O DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL	Pág.	40	a	41

1 OBJETIVO

Definir a série de estruturas a ser utilizada na LT 345 kV C.S. VIANA 2 - VIANA C3, o que inclui as silhuetas típicas de cada tipo estrutural empregado, as hipóteses de carga para o respectivo cálculo estrutural e as diretrizes a serem observadas no dimensionamento estrutural.

2 DADOS BÁSICOS

2.1 CONDUTOR E PÁRA-RAIOS

Característica	Unid.	Condutor (2 cabos/fase)	Pára-raios
Tipo		CAL (Al 1120)	OPGW
Código			-
Bitola		998 kcmil	Ø 14.9mm
Formação		61 fios	-
Área total	cm^2	5.0604	1.2670
Diâmetro	cm	2.9250	1.4900
Peso unitário	kgf/m	1.3964	0.5520
Carga de ruptura	kgf	11147	6159
Mód. de Elast. final	kgf/cm^2	0.6526×10^6	0.9228×10^6
Coef. Dilat. Térm. final	$°C^{-1}$	2.3000×10^{-5}	1.6700×10^{-5}

2.2 CADEIAS DE ISOLADORES

TIPO	ISOLADORES		ÁREA EXPOSTA (m^2)	PESO (kgf)
	DIMENSÃO (mm)	CARGA RUPTURA (t)		
SUSPENSÃO I	3070x123	12	0.378	30
SUSPENSÃO V	3070x123	2x12	0.756	70
ANCORAGEM (DUPLA)	3070x123	2x12	0.756	90

2.3 AÇÃO DO VENTO

2.3.1 As velocidades de vento a serem utilizadas no projeto da LT e as respectivas pressões e cargas atuantes nos cabos, isoladores e estruturas serão calculadas de acordo com a metodologia da Publicação IEC 60826 Edição 4.0 de fevereiro/2017 - "International Eletrotechnical Comission: Overhead Transmission Lines - Design Criteria", considerando-se:

- Terreno com rugosidade categoria "B" (K_R = 1.00)
- Velocidade de Vento de Referência $V_{R(50)}$ = 27.78 m/s (100 km/h)
- Período de Retorno T = 250 anos
- Velocidade de Vento de Referência $V_{R(250)}$ = 31.94 m/s (115 km/h)

2.3.2 Pressão dinâmica de referência (q_0)

- q_0 = pressão dinâmica de referência = 1/2 x ρ x $[K_R \times V_{R(250)}]^2$ / g
  - ρ = massa específica do ar = 1.195 kg/m^3
    (temperatura = 19°C, altitude = 100 m)
  - g = aceleração da gravidade = 9.81 m/s^2
    $\Rightarrow q_0 = 62.1\ kgf/m^2$

2.3.3 Vento de Alta Intensidade

Será considerado vento com velocidade V_i igual a 50.00 m/s (180 km/h), constante com a altura, atuando integralmente sobre a estrutura e sobre 25% do vão médio.

- q_i = pressão dinâmica associada a V_i = 1/2 x ρ x $[K_R \times V_i]^2$ / g

- ρ = massa específica do ar = 1.195 kg/m³
  (temperatura = 19°C, altitude = 100 m)
- g = aceleração da gravidade = 9.81 m/s^2

$\Rightarrow q_i$ = 152.3 kgf/m^2

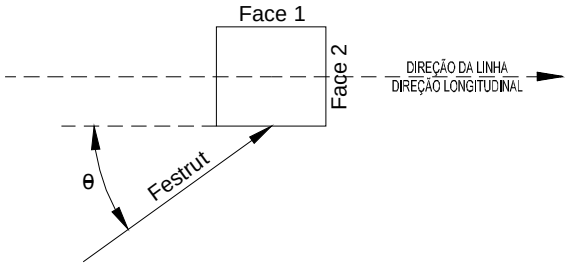
2.3.4 Ação do vento na estrutura

2.3.4.1 Vento Máximo:

A carga de vento máximo atuante na estrutura será determinada de acordo com o prescrito na Publicação IEC 60826, utilizando-se a expressão abaixo:

$F_{estrut} = q_0 G_T (1 + 0.2\text{sen}^2 2\theta) (S_{T1}C_{XT1}\text{sen}^2\theta + S_{T2}C_{XT2}\cos^2\theta)$, onde:

F_{estrut}	carga de vento, atuante na direção do vento, em kgf
q_0	= 62.1 kgf/m²
G_T	Fator de rajada, obtido da figura 5 da Publicação IEC 60826 em função da altura em relação ao solo do centro de gravidade do painel em consideração
S_{T1}	Área líquida da face 1 do painel em consideração, em m²
S_{T2}	Área líquida da face 2 do painel em consideração, em m²
C_{XT1}	Coeficiente de arrasto da face 1 do painel em consideração, obtido da figura 7 da Publicação IEC 60826
C_{XT2}	Coeficiente de arrasto da face 2 do painel em consideração, obtido da figura 7 da Publicação IEC 60826
θ	Ângulo de incidência do vento em relação à direção da linha (direção longitudinal), conforme figura abaixo (vento transversal $\rightarrow \theta$ = 90°; vento longitudinal $\rightarrow \theta$ = 0°):



2.3.4.2 Vento de Alta Intensidade:

A carga de vento de alta intensidade atuante na estrutura será determinada de modo similar ao indicado no item 2.3.4.1, utilizando-se a expressão abaixo:

$F_{estrut} = 152.3 (1 + 0.2\text{sen}^2 2\theta) (S_{T1}C_{XT1}\text{sen}^2\theta + S_{T2}C_{XT2}\cos^2\theta)$ (carga em kgf)

2.3.4.3 As cargas calculadas conforme indicado nos itens 2.3.4.1 e 2.3.4.2 atuam na direção do vento e devem ser aplicadas no centro de gravidade de cada um dos painéis em que a estrutura for dividida.

2.3.5 Ação do Vento nas Cadeias de Isoladores

2.3.5.1 Vento Máximo:

$F_i = q_0 G_i C_{xi} A_i$, onde:

F_i	carga de vento, atuante na direção do vento, em kgf
q_0	= 62.1 kgf/m²
G_i	Fator de rajada, obtido da figura 5 da Publicação IEC 60826 em função da altura em relação ao solo da cadeia de isoladores

C_{Xi} Coeficiente de arrasto = 1.2

A_i Área exposta ao vento (em m²) da cadeia de isoladores

2.3.5.2 Vento de Alta Intensidade:

$F_i = q_i C_{Xi} A_i$, onde:

F_i carga de vento, atuante na direção do vento, em kgf

q_i = 152.3 kgf/m²

C_{Xi} Coeficiente de arrasto = 1.2

A_i Área exposta ao vento (em m²) da cadeia de isoladores

2.3.6 Ação do Vento nos Cabos

2.3.6.1 Vento Máximo:

$F_C = q_0 G_C G_L C_{XC} \varnothing L \text{ sen}^2\Omega$, onde:

F_C carga de vento, atuante na direção perpendicular ao cabo, em kgf

q_0 = 62.1 kgf/m²

G_C Fator de rajada, obtido da figura 3 da Publicação IEC 60826 em função da altura média do cabo em relação ao solo

G_L Fator de vão, obtido da figura 4 da Publicação IEC 60826 em função do vão médio da estrutura

C_{XC} Coeficiente de arrasto = 1.0

$\varnothing$ Diâmetro (em m) do cabo

L Vão médio (em m) da estrutura

Ω Ângulo entre a direção de incidência do vento e o cabo, conforme figura 6 da Publicação IEC 60826

2.3.6.2 Vento de Alta Intensidade:

$F_C = q_i C_{XC} \varnothing (0.25\ L) \text{ sen}^2\Omega$, onde:

F_C carga de vento, atuante na direção perpendicular ao cabo, em kgf

q_i = 152.3 kgf/m²

C_{XC} Coeficiente de arrasto = 1.0

$\varnothing$ Diâmetro (em m) do cabo

L Vão médio (em m) da estrutura

Ω Ângulo entre a direção de incidência do vento e o cabo, conforme figura 6 da Publicação IEC 60826

2.4 TRAÇÕES NOS CABOS

2.4.1 Estados de Carga:

1 → EDS: 23°C, sem vento
2 → Temperatura mínima: 5°C
3 → Temperatura máxima: 70°C no condutor e 40°C no pára-raios
4 → Vento máximo 90° (transversal), temperatura = 19°C
5 → Vento máximo 75°, temperatura = 19°C
6 → Vento máximo 60°, temperatura = 19°C
7 → Vento máximo 45°, temperatura = 19°C
8 → Vento máximo 30°, temperatura = 19°C
9 → Vento máximo 15°, temperatura = 19°C
10 → Vento máximo 0°, temperatura = 19°C
11 → Vento reduzido 90° (60% de $V_{R(250)}$), temperatura = 19°C

2.4.2 Condições básicas para cálculo das trações:

- Vão básico de referência: 450 m
- Condições de tracionamento dos cabos:

CABO	TRAÇÃO final EDS
CONDUTOR	20.0% CR
PÁRA-RAIOS OPGW Ø 14.9mm	15.9% CR

Nota: Para os cabos pára-raios, flecha final na condição EDS ≤ 90% da flecha final do condutor na condição EDS.

- Altura mínima cabo/solo: 9.0 m

2.4.3 Pressão de vento atuante nos cabos condutores (q_C):

- Flecha para temperatura mínima: 15.0 m
- Flecha para temperatura máxima: 18.1 m
- Distância vertical entre condutor inferior e c.g. das fases: 1.6 m
- H_C = 9.0 + 18.1 + 1.6 – 2/3 x 15.0 = 18.7 m
  Altura adotada : 19.0 m
- G_C: 2.08
- G_L: 0.94
- C_{XC}: 1.0
- $q_C = G_C\ G_L\ C_{XC}\ q_0$: 121.42 kgf/m²

2.4.4 Pressão de vento atuante nos cabos pára-raios (q_{PR}):

- Flecha para temperatura mínima: 13.6 m
- Distância vertical entre condutor inferior e pára-raios: 8.5 m
- H_{PR} = 9.0 + 18.1 + 8.5 - 2/3 x 13.6 = 26.5 m
  Altura adotada : 27.0 m
- G_C: 2.21
- G_L: 0.94
- C_{XPR}: 1.0
- $q_{PR} = G_C\ G_L\ C_{XPR}\ q_0$: 129.01 kgf/m²

2.4.5 Trações nos Cabos (kgf):

ESTADOS DE CARGA	CONDUTOR	Pára-raios
		OPGW Ø 14.9mm
1	2229	979
2	2367	1030
3	1954	937
4	5419	2834
5	5155	2697
6	4432	2314
7	3462	1774
8	2630	1259
9	2287	1013
10	2258	990
11	2965	1475

2.4.6 As trações nos cabos para a condição de vento de alta intensidade serão simplificadamente obtidas com base em pressão de vento agindo uniformemente ao longo de todo o vão básico de referência, com valor igual a 36% da respectiva pressão devida ao vento máximo (Estado de Carga 11).

2.4.7 A tração máxima por cabo condutor para o lado da subestação não deve ultrapassar o valor de 1250 kgf.

3 SÉRIE DE ESTRUTURAS

3.1 TIPOS ESTRUTURAIS

- Torre autoportante de suspensão leve tipo I3SL;
- Torre autoportante de ancoragem meio de linha e ancoragem fim de linha tipo I3AT;

3.2 APLICAÇÕES DAS ESTRUTURAS

CARACTERÍSTICA	**I3SL** (Autoportante de Suspensão Leve)	
Ângulo de deflexão	0°	1°
Vão médio	575 m	540 m
Vão gravante sem vento	Condutor: 170 a 750 m Pára-raios: 170 a 800 m	
Vão gravante com vento	Condutor: 51 a 975 m Pára-raios: 51 a 1040 m	
Alturas úteis	16.0 a 41.5 m (variação de 1.5 m)	
Extensões	4,5m, 9,0m, 13,5m e 18,0m	
Pés	1,5m, 3,0m, 4,5m, 6,0m, 7,5m e 9,0m	

CARACTERÍSTICA	**I3AT** (Autoportante de Ancoragem Meio de Linha e Ancoragem Fim de Linha)		
	Meio de Linha	Fim de Linha	
Ângulo de deflexão	40°	0° (LT)	30° (SE)
Vão médio	450 m		
Vão gravante sem vento	Condutor: -950 a 1900 m Pára-raios: -1000 a 2000 m		
Vão gravante com vento	Condutor: -950 a 3135 m Pára-raios: -1000 a 3300 m		
Alturas úteis	16.5 a 37.5 m (variação de 1.5 m)		
Extensões	6,0m e 12,0m		
Pés	1,5m, 3,0m, 4,5m, 6,0m, 7,5m, 9,0m e 10,5m		

3.3 PRESSÕES DEVIDAS AO VENTO MÁXIMO POR TIPO ESTRUTURAL

3.3.1 Apresentam-se a seguir as pressões devidas ao vento máximo atuante nos cabos e nas cadeias de isoladores, considerando-se os vãos médios e alturas úteis específicos para cada tipo estrutural.

3.3.2 Cadeias de isoladores

3.3.2.1 Altura em relação ao solo

ESTRUTURA	SUSPENSÃO I	SUSPENSÃO V	ANCORAGEM
I3SL	H= 44.0 m; G_i= 2.51	H= 48.0 m; G_i= 2.54	-
I3AT	H= 37.5 m; G_i= 2.43	-	H= 37.5 m; G_i= 2.43

3.3.2.2 Pressão devida ao Vento Máximo (q_0 G_i C_{Xi}, em kgf/m²)

ESTRUTURA	SUSPENSÃO I	SUSPENSÃO V	ANCORAGEM
I3SL	187.05	189.28	-
I3AT	181.08	-	181.08

3.3.3 Cabos condutores e pára-raios

3.3.3.1 Vão Médio e altura dos cabos

ESTRUTURA	VÃO MÉDIO	CONDUTOR	PÁRA-RAIOS
I3SL	L=575m; G_L=0.90	H_C=24m; G_C=2.17	H_{PR}=33m; G_C=2.29
I3AT	L=450m; G_L=0.94	H_C=18m; G_C=2.06	H_{PR}=24m; G_C=2.17

3.3.3.2 Pressão devida ao Vento Máximo (q_0 G_C G_L C_{XC}, em kgf/m²)

ESTRUTURA	CONDUTOR	PÁRA-RAIOS
I3SL	121.28	127.99
I3AT	120.25	126.67

4 SILHUETAS TÍPICAS

4.1 O projeto definitivo das estruturas deverá obedecer às dimensões indicadas nos desenhos de silhuetas no que se refere aos seguintes itens:

a) Distâncias elétricas e respectivos ângulos de balanço das cadeias de isoladores;
b) Ângulo de blindagem dos cabos pára-raios;
c) Espaçamentos entre fases;
d) Altura da torre básica, das extensões de corpo e dos pés.

4.2 Os espaçamentos elétricos indicados deverão ser mantidos em relação a qualquer ponto das estruturas, conforme aplicável, considerando o ângulo de linha máximo em que a estrutura pode ser aplicada e os condutores formando os seguintes ângulos com o plano horizontal, na saída dos grampos:

- I3SL: 15°
- I3AT: 20°

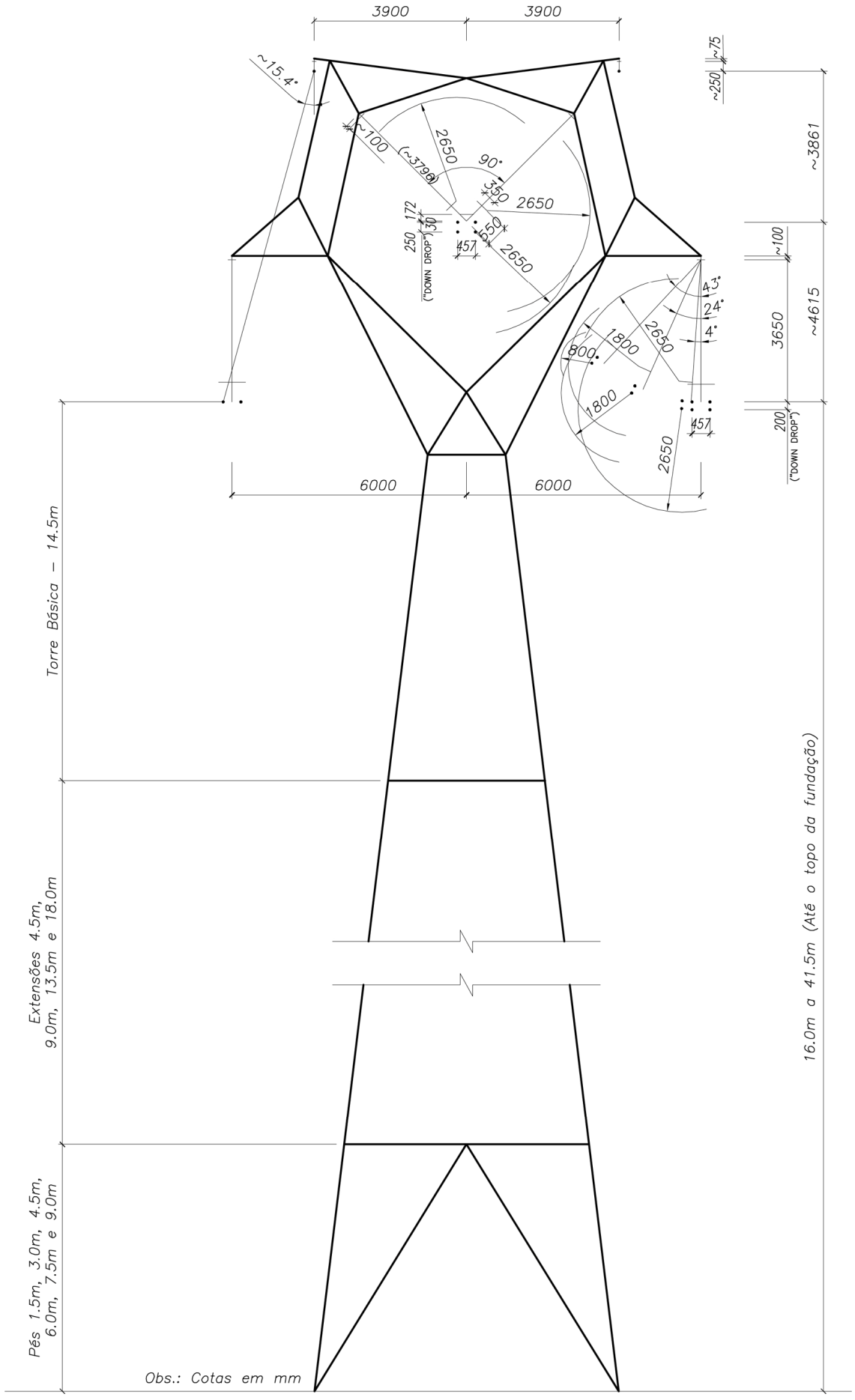
4.3 As mísulas dos condutores da estrutura de ancoragem tipo I3AT devem ser projetadas com detalhes para fixações da cadeia de passagem do "Jumper" no ponto central da mísula e nas duas extremidades, junto às faces transversais da estrutura.

4.4 As estruturas de ancoragem deverão ter base quadrada e as estruturas de suspensão autoportantes poderão ter base retangular, desde que o menor lado da base não seja inferior a 2/3 do maior lado.

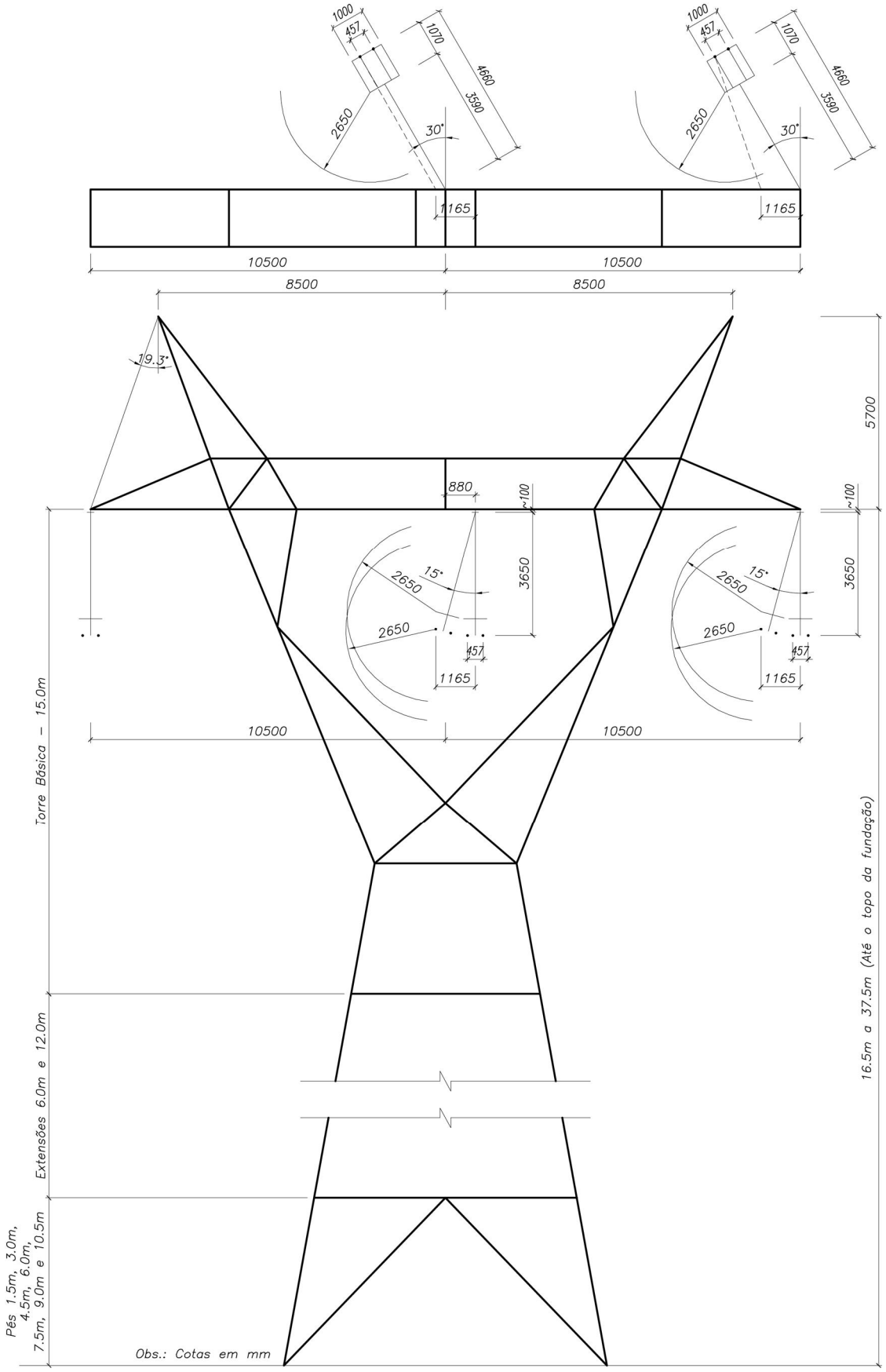
4.5 Todas as estruturas devem ser projetadas com furações adequadamente posicionadas de modo a permitir pontos auxiliares de fixação para a execução segura das operações de montagem, de lançamento e grampeamento de cabos e de manutenção.

4.6 As silhuetas típicas que compõem a série de estruturas são apresentadas a seguir:

4.6.1 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO I3SL



4.6.2 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA e ANCORAGEM FIM DE LINHA TIPO I3AT



5 HIPÓTESES DE CARGA

5.1 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO I3SL

HIP.	DESCRIÇÃO
1	VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
2	VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
3	VENTO MÁXIMO ATUANDO A 45° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
3-60	VENTO MÁXIMO ATUANDO A 60° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 60° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
3-75	VENTO MÁXIMO ATUANDO A 75° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 75° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
4	RUPTURA DE 1 FASE QUALQUER Carga longitudinal correspondente a 70% da tração EDS atuando em qualquer uma das fases; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
5	RUPTURA DE 1 PÁRA-RAIOS QUALQUER Carga longitudinal correspondente a 125% da tração EDS atuando em qualquer um dos pára-raios; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
6	CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO Cargas de construção/manutenção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento. A carga vertical máxima deverá ser determinada considerando-se carga vertical proveniente de cabo ancorado ao solo, com ângulo de 20° em relação à horizontal e tração de 125% da tração EDS.
7	VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
8	VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da

estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

9 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 45°

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

9-60 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 60°

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 60° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

9-75 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 75°

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 75° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

10 CONTENÇÃO CASCATA

Cargas longitudinais nos pára-raios correspondentes a 60% das trações EDS e cargas longitudinais nas fases correspondentes a 40% das trações EDS atuando simultaneamente em todos os cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

11 GRAMPEAMENTO

Cargas de grampeamento atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento.

Considerar tração atuante nos cabos igual a 125% da tração EDS, peso de homens e ferramentas em cada pára-raios e em cada fase e sustentação de cabo com ângulo máximo de 15° em relação à vertical.

As cargas de grampeamento devem ser consideradas como aplicadas nos pontos auxiliares de fixação previstos para a execução das operações de grampeamento de cabos, da forma localmente mais desequilibrada possível.

5.2 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA TIPO I3AT

HIP.	DESCRIÇÃO
1	VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração máxima nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
2	VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração máxima nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
3	VENTO MÁXIMO ATUANDO A 45° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração máxima nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também

verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

4 RUPTURA DE 1 FASE QUALQUER

Carga longitudinal correspondente a 150% da tração EDS atuando em qualquer uma das fases; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

5 RUPTURA DE 1 PÁRA-RAIOS QUALQUER

Carga longitudinal correspondente a 150% da tração EDS atuando em qualquer um dos pára-raios; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

6 CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO

Cargas de construção/manutenção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento.

A carga vertical máxima deverá ser determinada considerando-se carga vertical proveniente de cabo ancorado ao solo, com ângulo de 20° em relação à horizontal e tração de 125% da tração EDS.

7 VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração com vento reduzido nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

8 VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração com vento reduzido nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

9 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 45°

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração com vento reduzido nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

10 CONTENÇÃO CASCATA

Cargas longitudinais correspondentes a 100% das trações EDS atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de fases e pára-raios; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

5.3 ESTRUTURA DE ANCORAGEM FIM DE LINHA TIPO I3AT

HIP.	DESCRIÇÃO
1T	VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
2T	VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas

(estrutura com vão gravante mínimo).

3T VENTO MÁXIMO ATUANDO A 45°

Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

4T RUPTURA DE 1 FASE QUALQUER

Carga longitudinal nula na fase rompida e cargas longitudinais correspondente a 150% da tração EDS atuando simultaneamente em todos os demais cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

5T RUPTURA DE 1 PÁRA-RAIOS QUALQUER

Carga longitudinal nula no pára-raios rompido e cargas longitudinais correspondente a 150% da tração EDS atuando simultaneamente em todos os demais cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

6T CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO

Cargas de construção/manutenção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento.

A carga longitudinal máxima será igual a 125% da tração EDS.

A carga vertical máxima deverá ser determinada considerando-se carga vertical proveniente de cabo ancorado ao solo, com ângulo de 20° em relação à horizontal e tração de 125% da tração EDS.

7T VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

8T VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

9T VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 45°

Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

Nota: Para as Hipóteses 1T e 6T devem ser consideradas duas condições de carregamento independentes:

- apenas vão da LT montado (Hip. 1Ta e 6Ta);
- vãos da LT e da SE montados Hip. 1Tb e 6Tb).

Para todas as demais hipóteses, considerar uma condição de carregamento única, com as maiores cargas obtidas dentre as duas situações acima mencionadas.

5.5 FATORES DE SOBRECARGA

5.5.1 As cargas atuantes em cada uma das hipóteses de carga indicadas nos itens anteriores devem ser majoradas pelos seguintes fatores de sobrecarga:

Hipótese	Fator de

	Sobrecarga
Vento Máximo, Vento de Alta Intensidade, Ruptura de Cabo e Contenção Cascata:	
- Cargas Transversais:	1.00
- Cargas Longitudinais:	1.00
- Cargas Verticais normais (inclusive peso próprio da estrutura):	1.15
- Cargas Verticais reduzidas (inclusive peso próprio da estrutura):	0.87 (*)
Construção/Manutenção e Grampeamento:	
- Cargas Transversais:	1.50
- Cargas Longitudinais:	1.50
- Cargas Verticais normais (inclusive peso próprio da estrutura):	1.50
- Cargas Verticais reduzidas (inclusive peso próprio da estrutura):	0.67 (**)
(*) Cargas verticais reduzidas de arrancamento (vão gravante negativo):	1.15
(**) Cargas verticais reduzidas de arrancamento (vão gravante negativo):	1.50

5.6 ÁRVORES DE CARGAS

5.6.1 Todas as cargas indicadas nas árvores de carga estão em kgf e já incluem os fatores de sobrecarga indicados no item 5.5.

5.6.2 As cargas atuantes nas fases e nos pára-raios devem ser aplicadas nos pontos de fixação dos cabos e estão representadas, conforme a hipótese de carga, por suas projeções na vertical e nos eixos transversal e longitudinal da estrutura. Especificamente para a Hipótese 11, as cargas indicadas nas árvores de carga devem ser aplicadas nos pontos auxiliares de fixação previstos para execução das operações de grampeamento.

5.6.3 As cargas devidas ao vento máximo (FVM) e ao vento de alta intensidade (FVI) na estrutura atuam na direção do vento e devem ser aplicadas no centro de gravidade de cada um dos painéis em que a estrutura for subdividida.

5.6.4 O comprimento máximo de cada painel para efeito de cálculo das cargas de vento na estrutura não deve ultrapassar 10.0m.

5.6.5 Independente da direção mostrada nas árvores de carga, o vento sobre a estrutura e as cargas transversais devem ser aplicadas na direção mais desfavorável no que se refere ao dimensionamento das barras e ligações.

5.6.6 As cargas entre parênteses referem-se às cargas verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo) e PP indica o peso próprio da estrutura.

5.6.7 Considerar a seguinte distribuição de cargas por face nas estruturas de ancoragem meio de linha (I3AT):

- Cargas transversais e verticais: 70% na face anterior e 30% na face posterior
- Cargas longitudinais: 100% na face anterior

5.6.8 Considerar a seguinte distribuição de cargas por face na estrutura de ancoragem fim de linha (I3AT):

- Cargas verticais:
  - Hip. 1Ta e 6Ta: 100% lado LT
  - Demais hipóteses: 70% lado LT e 30% lado SE
- Cargas longitudinais: 100% lado LT
- Cargas transversais:

HIPÓTESE	lado LT %	lado SE %
1Ta	100	0
1Tb	53	47
2T	0	100
3T	41	59
4T e 5T	0	100
6Ta	100	0
6Tb	0	100
7T	44	56
8T	0	100
9T	34	66

5.6.9 As árvores de carga apresentadas são representações esquemáticas das hipóteses de carga e algumas delas deverão ser desdobradas para a análise estrutural das torres. Os seguintes desdobramentos de hipóteses deverão ser obrigatoriamente considerados:

- Hipóteses 4 e 4T (ruptura de uma fase):
  - Ruptura da fase da esquerda;
  - Ruptura da fase da direita;
  - Ruptura da fase central.
- Hipóteses 5 e 5T (ruptura de um pára-raios):
  - Ruptura do pára-raios da esquerda;
  - Ruptura do pára-raios da direita.
- Hipóteses 6 e 6T (construção/manutenção):
  - cargas somente no pára-raios esquerdo;
  - cargas somente no pára-raios direito;
  - cargas somente nos 2 pára-raios;
  - cargas somente nos 2 pára-raios e na fase da esquerda;
  - cargas somente nos 2 pára-raios e na fase da direita;
  - cargas somente nos 2 pára-raios e na fase central;
  - sem as cargas da fase da esquerda;
  - sem as cargas da fase da direita;
  - sem as cargas da fase central;
  - todas as cargas aplicadas.
- Hipóteses 10 (contenção de queda em cascata), somente nas torres de ancoragem I3AT:
  - sem as cargas do pára-raios esquerdo e da fase da esquerda;
  - todas as cargas aplicadas.
- Hipóteses 11 (grampeamento):

  obs.: 1) Para cabos em grampeamento, considerar cargas fora de parênteses nas árvores de carga;
  2) Para cabos só lançados ou já grampeados, considerar cargas entre parênteses nas árvores de carga;
  3) Fase central em grampeamento: aplicar cargas no ponto auxiliar para içamento/grampeamento dessa fase.

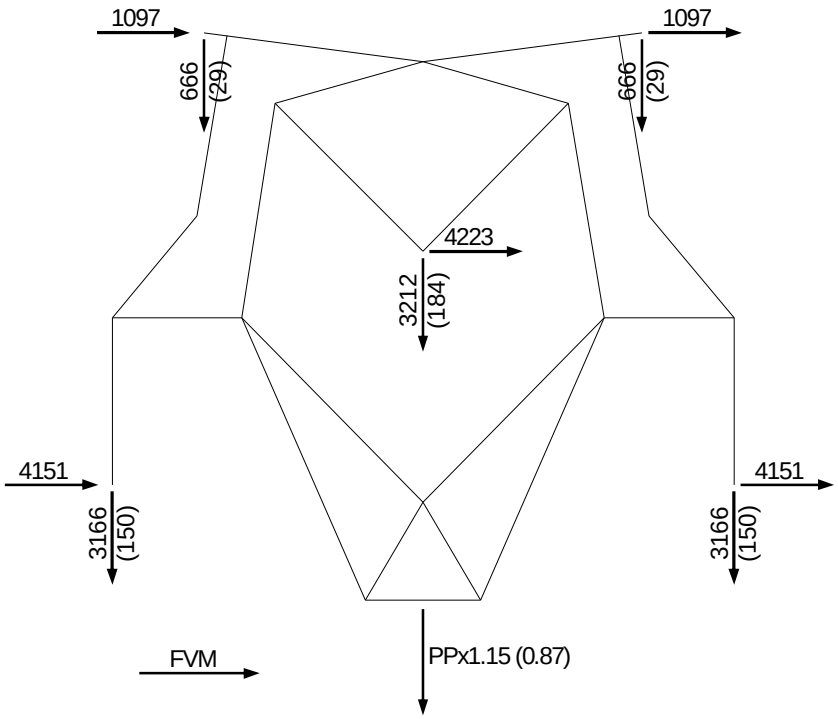
  Nos desdobramentos abaixo especificados, considerar cargas de cabos só lançados/já grampeados nos pontos onde não houver cabos em grampeamento:
  - cargas de grampeamento somente no PR esquerdo;
  - cargas de grampeamento somente no PR direito;
  - cargas de grampeamento somente nos 2 PR's;
  - cargas de grampeamento somente nos 2 PR's e na fase da esquerda;
  - cargas de grampeamento somente nos 2 PR's e na fase da direita;

- cargas de grampeamento somente nos 2 PR's e na fase central;
- sem as cargas de grampeamento da fase da esquerda;
- sem as cargas de grampeamento da fase da direita;
- sem as cargas de grampeamento da fase central;
- todas as cargas de grampeamento aplicadas.

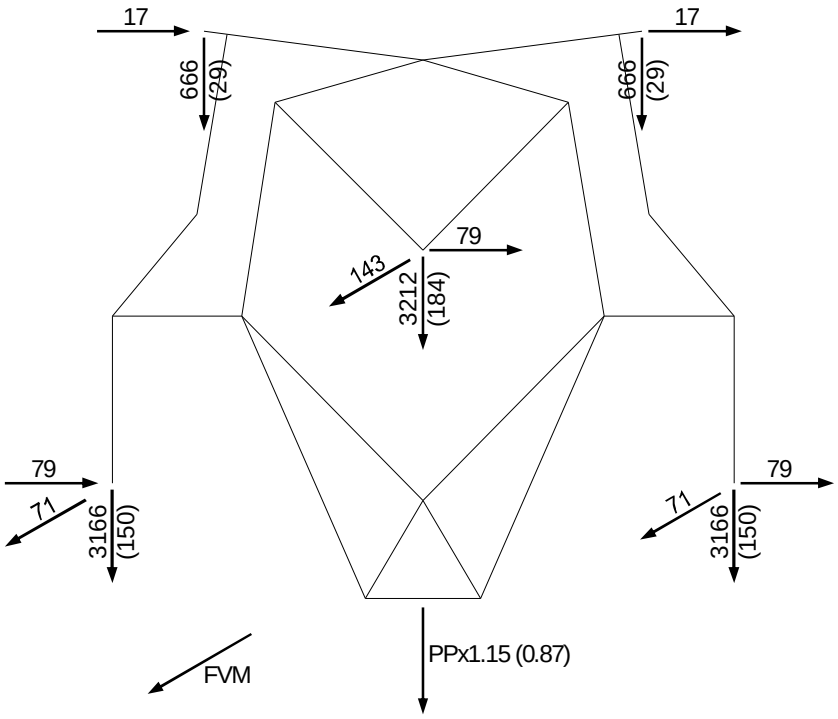
5.6.10 A mísula para fixação da cadeia de passagem do “jumper”, bem como as barras de fixação destas cadeias, deverão ser dimensionadas para suportar uma carga vertical de 600 kgf.

5.6.11 A seguir são apresentadas as árvores de carga para cada tipo estrutural:

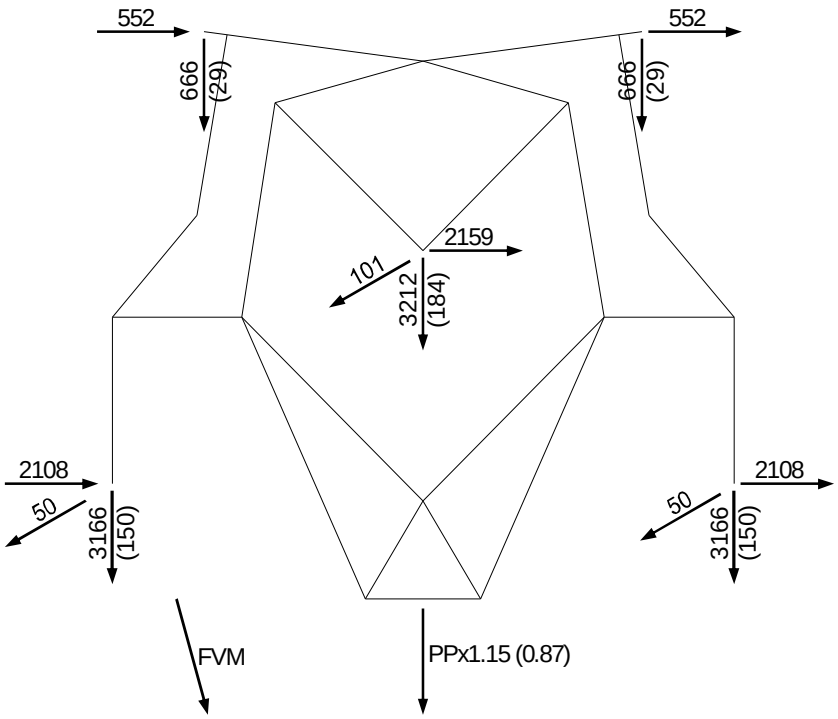
5.6.11.1 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO I3SL



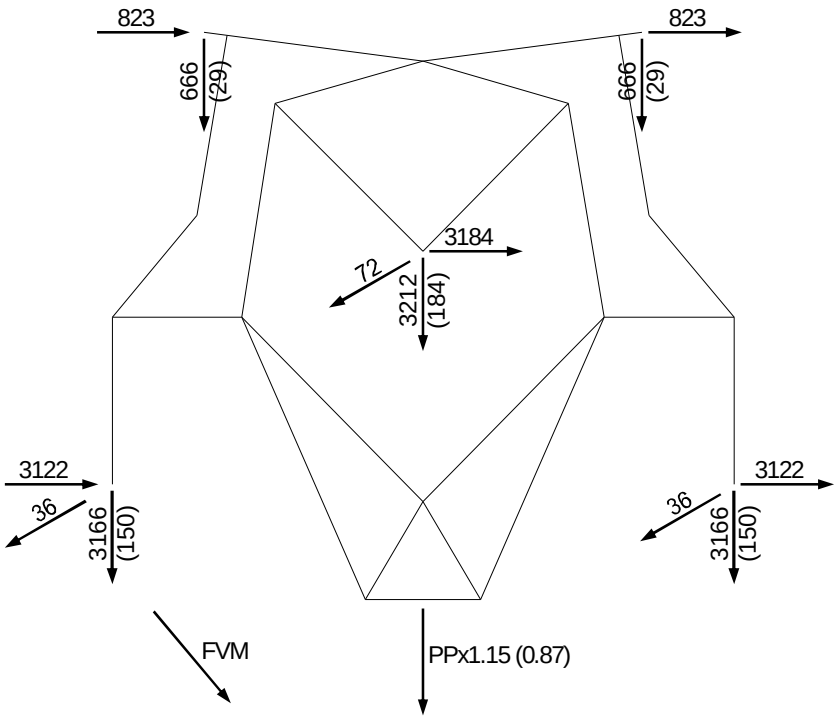
HIPÓTESE 1
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



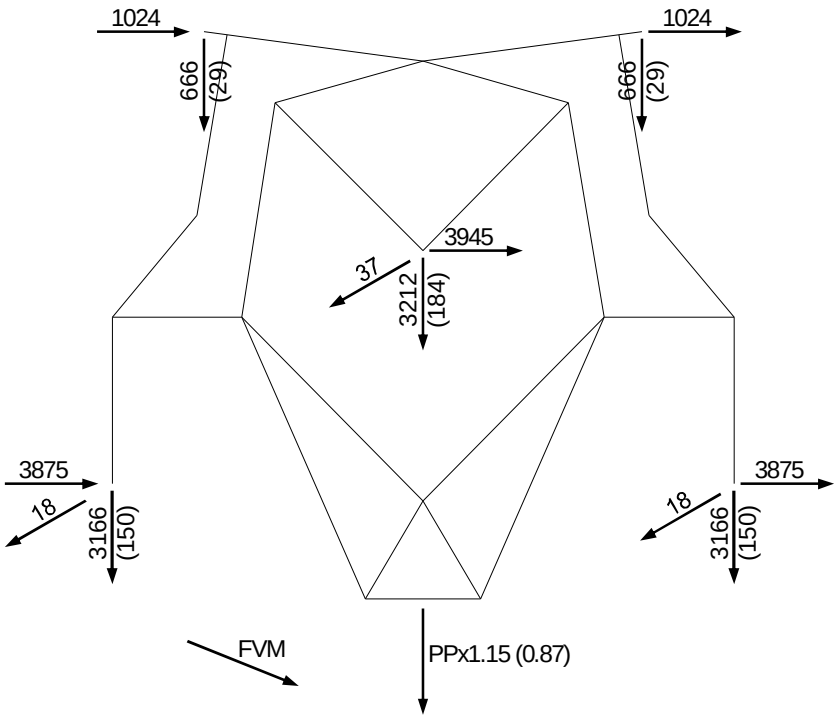
HIPÓTESE 2
(VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



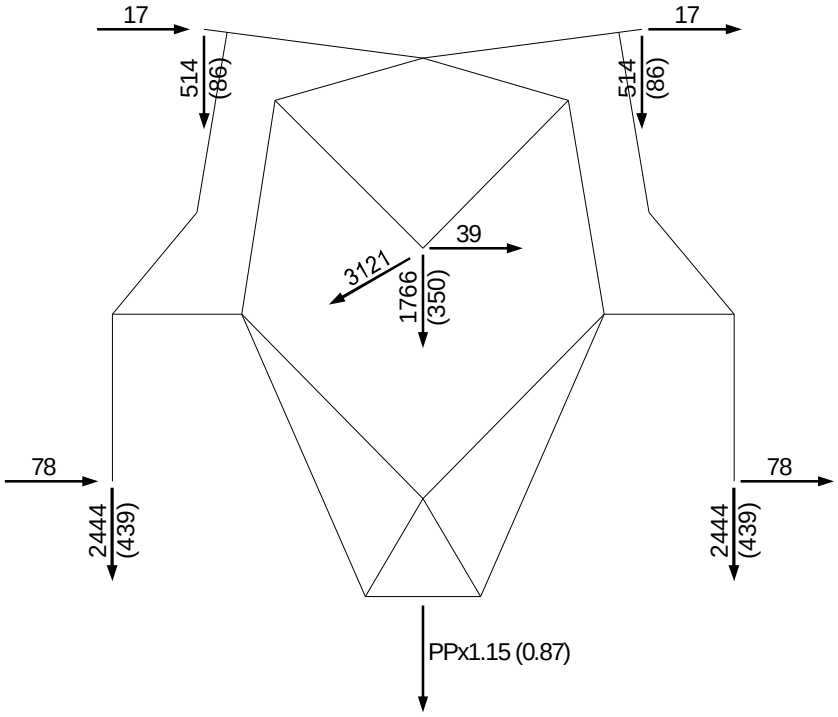
HIPÓTESE 3
(VENTO MÁXIMO A 45º)
(CABOS INTACTOS)



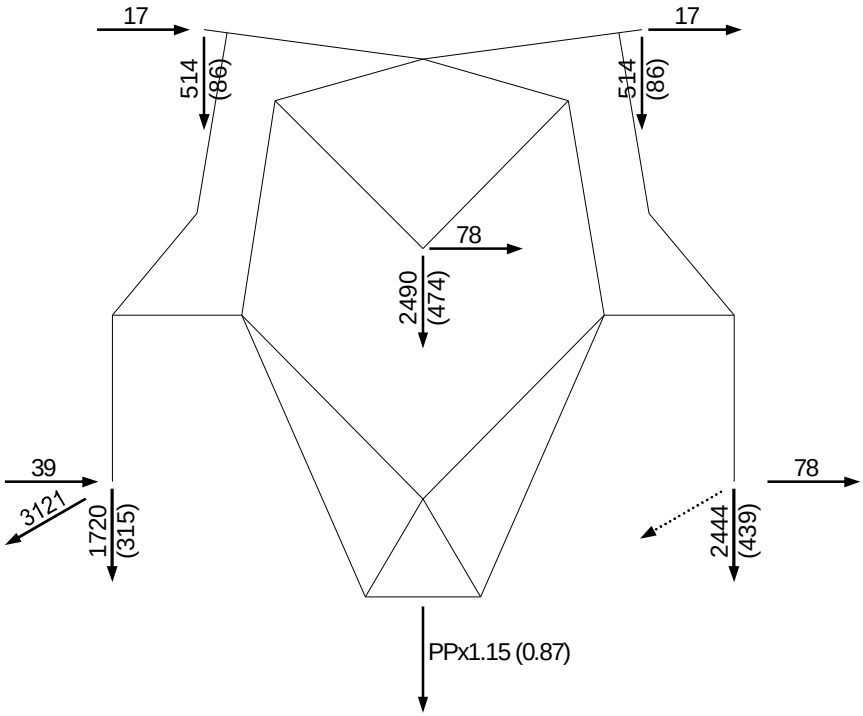
HIPÓTESE 3-60
(VENTO MÁXIMO A 60º)
(CABOS INTACTOS)



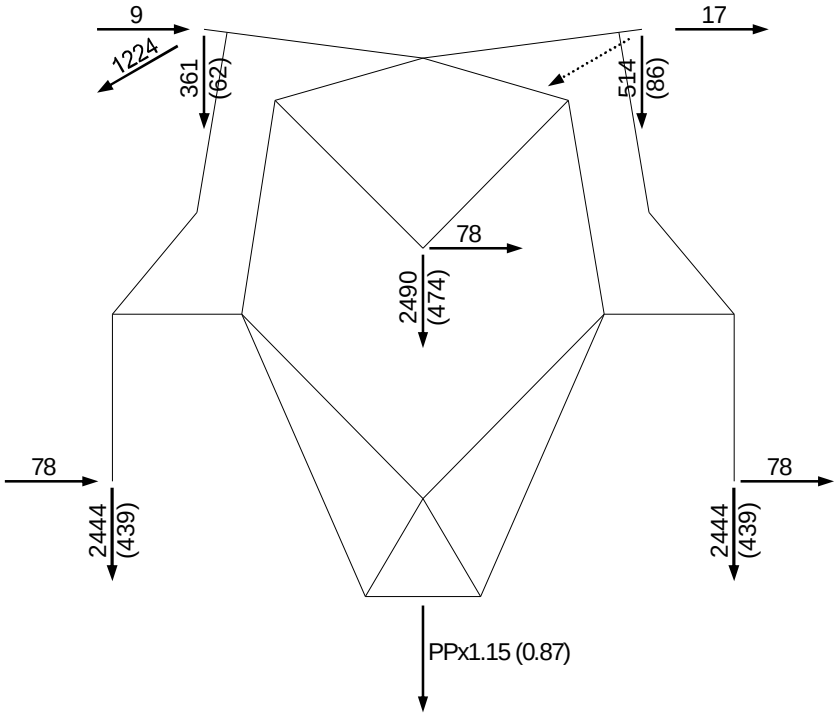
HIPÓTESE 3-75
(VENTO MÁXIMO A 75º)
(CABOS INTACTOS)



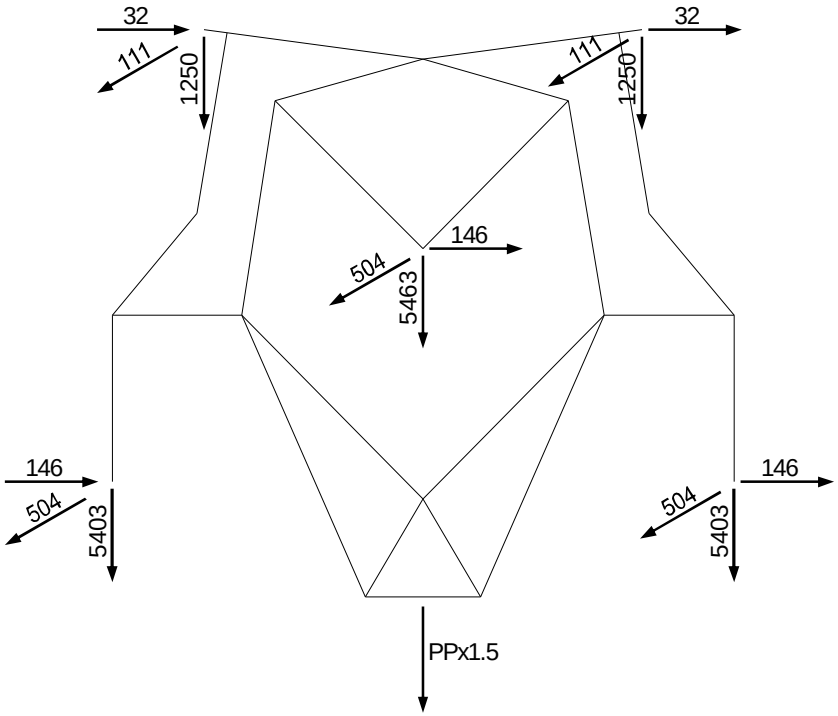
HIPÓTESE 4m
(SEM VENTO)
(RUPTURA DA FASE CENTRAL)



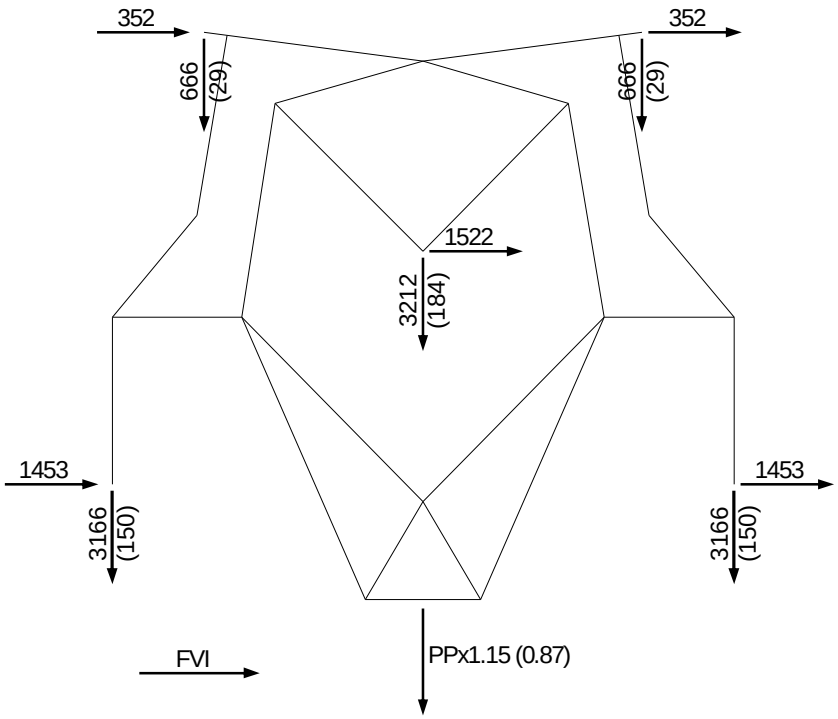
HIPÓTESE 4e e 4d
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE LATERAL)



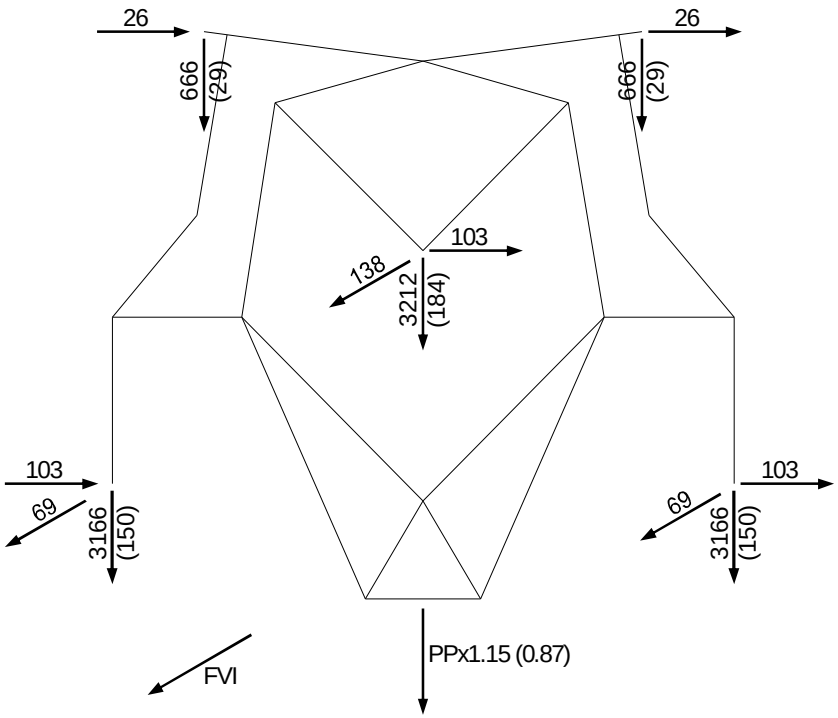
HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)



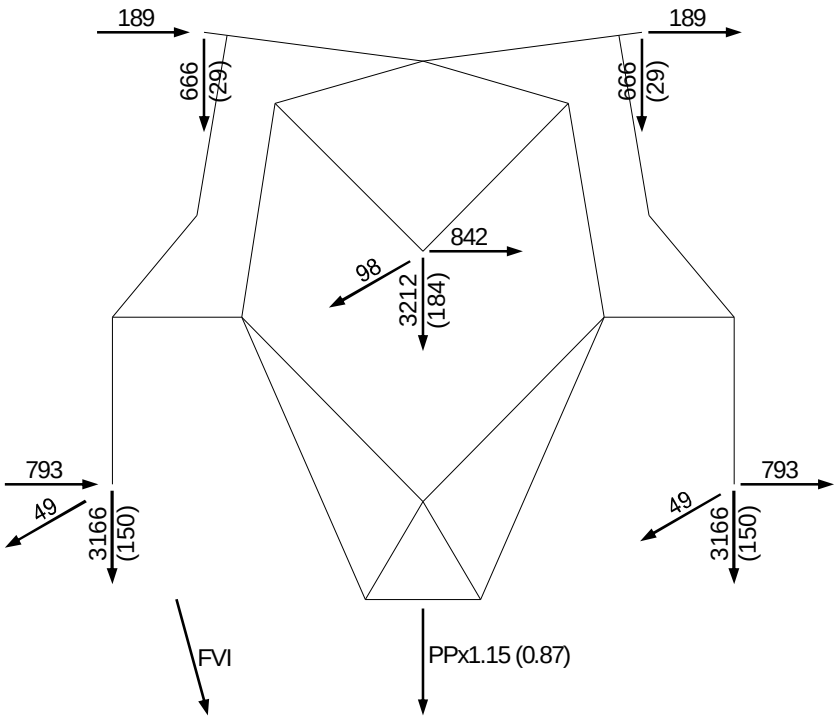
HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



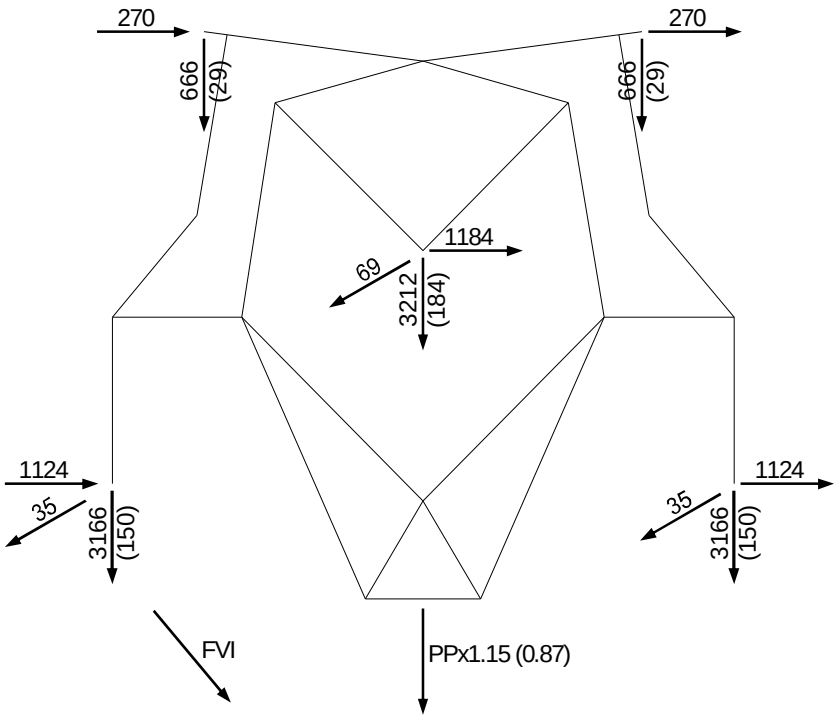
HIPÓTESE 7
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



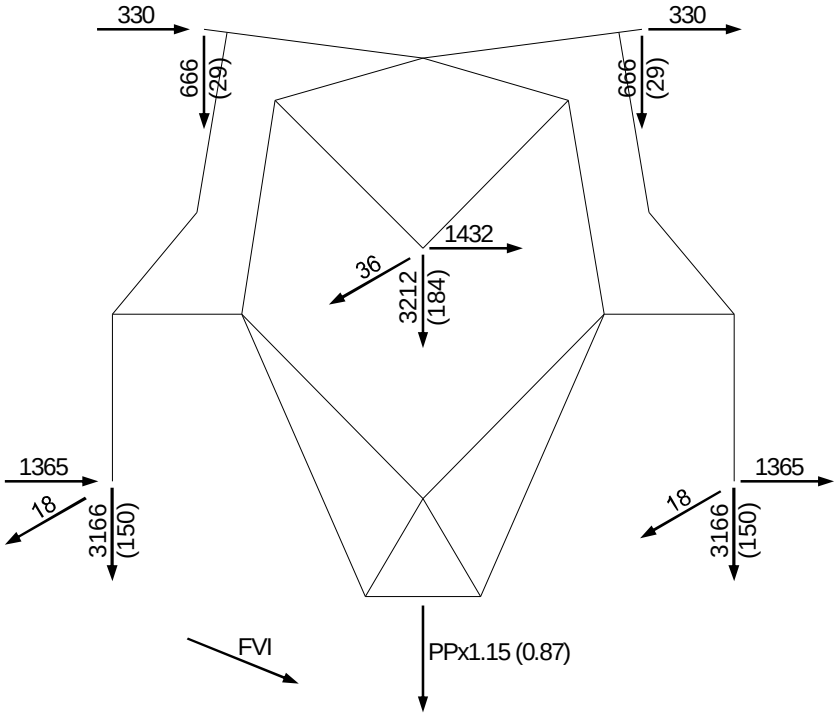
HIPÓTESE 8
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



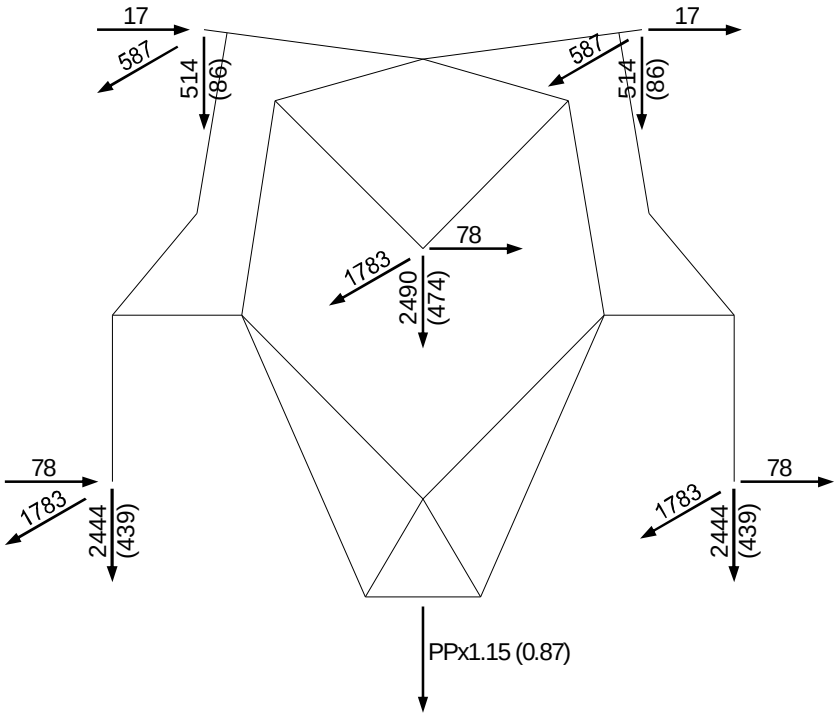
HIPÓTESE 9
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)
(CABOS INTACTOS)



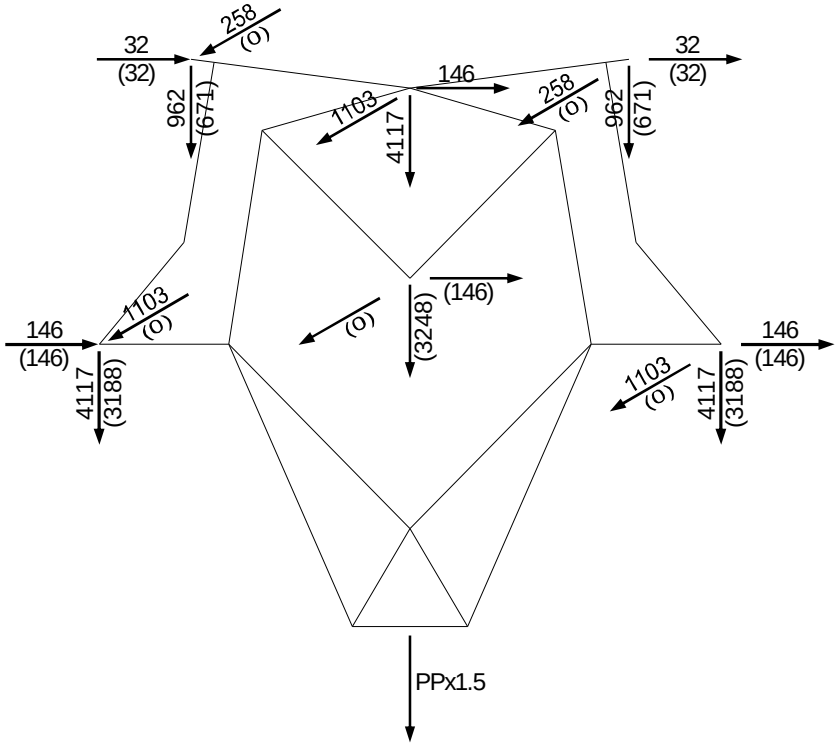
HIPÓTESE 9-60
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 60°)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9-75
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 75°)
(CABOS INTACTOS)

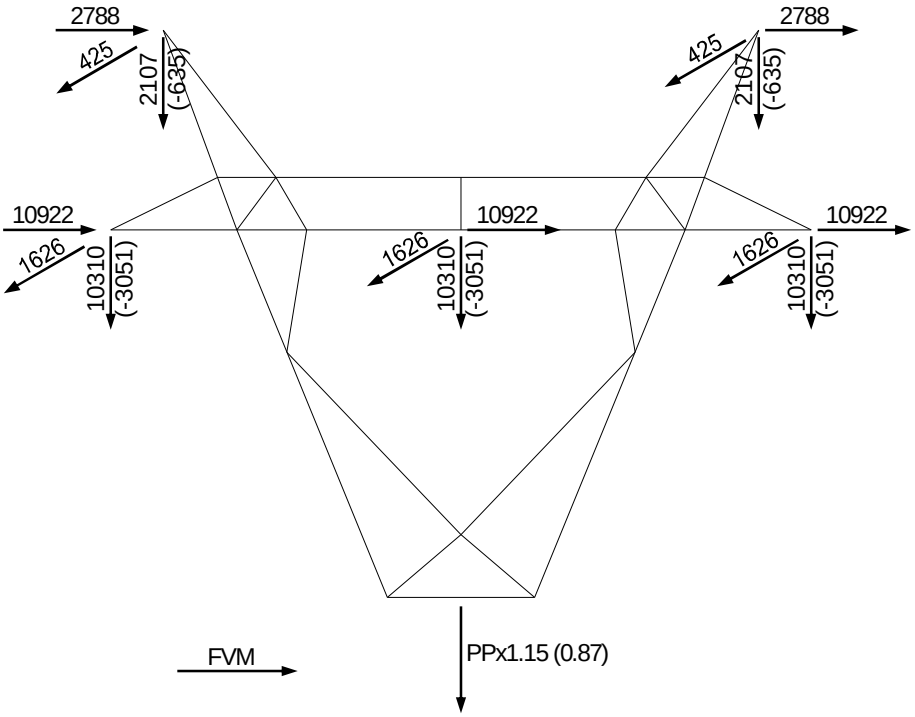


HIPÓTESE 10
(SEM VENTO)
(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)

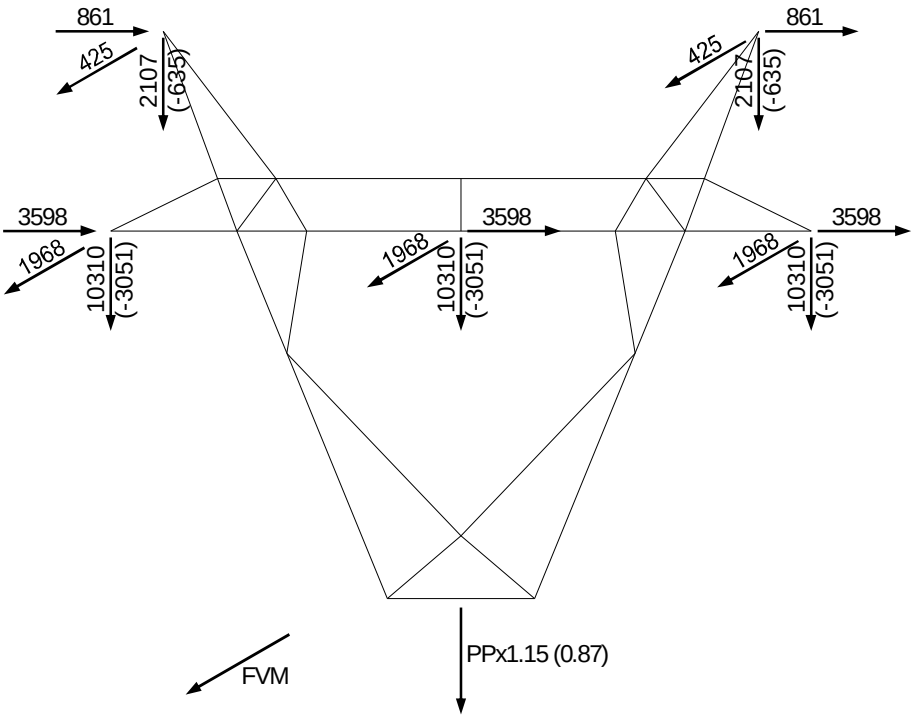


HIPÓTESE 11
(SEM VENTO)
(GRAMPEAMENTO)

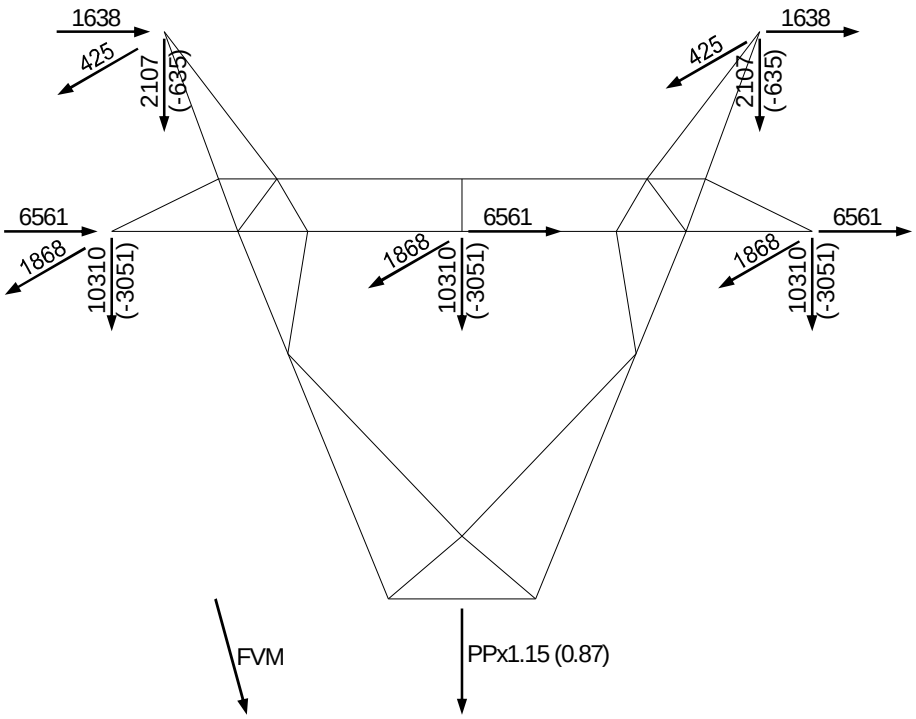
5.6.11.2 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA TIPO I3AT



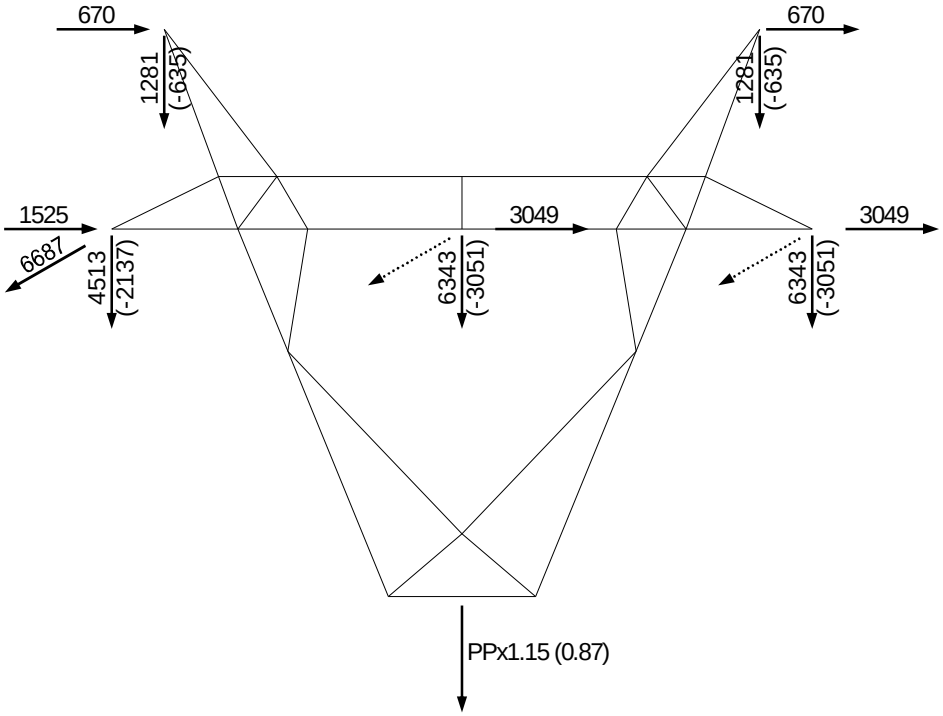
HIPÓTESE 1
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



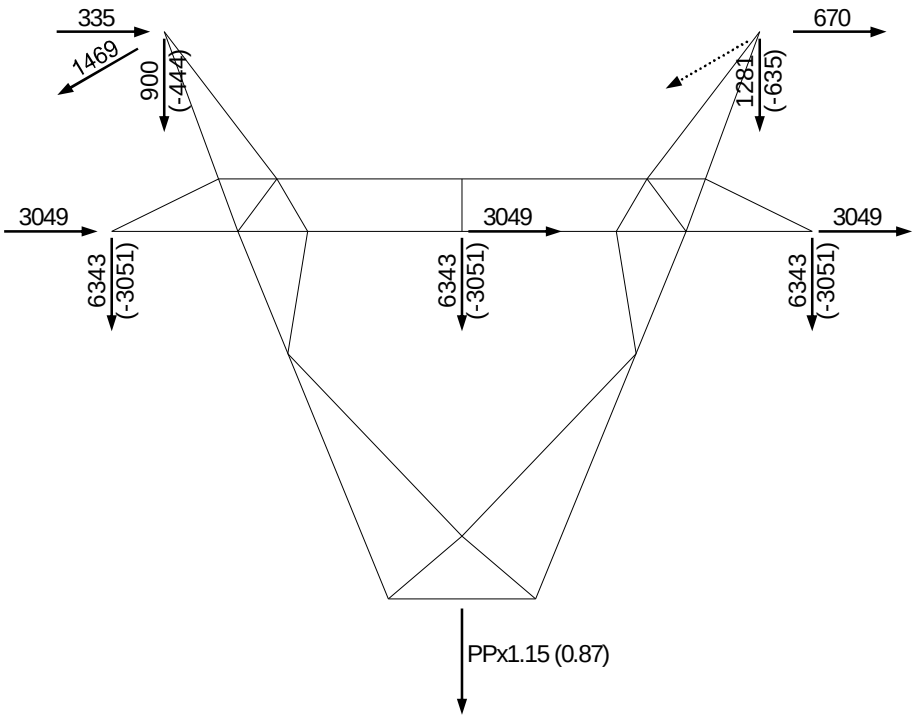
HIPÓTESE 2
(VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



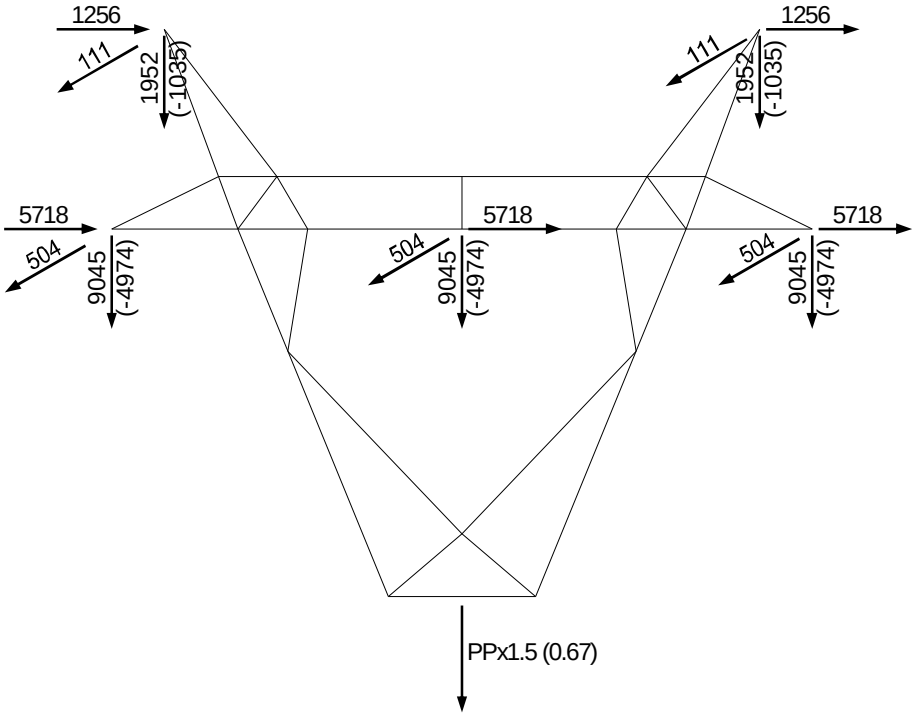
HIPÓTESE 3
(VENTO MÁXIMO A 45º)
(CABOS INTACTOS)



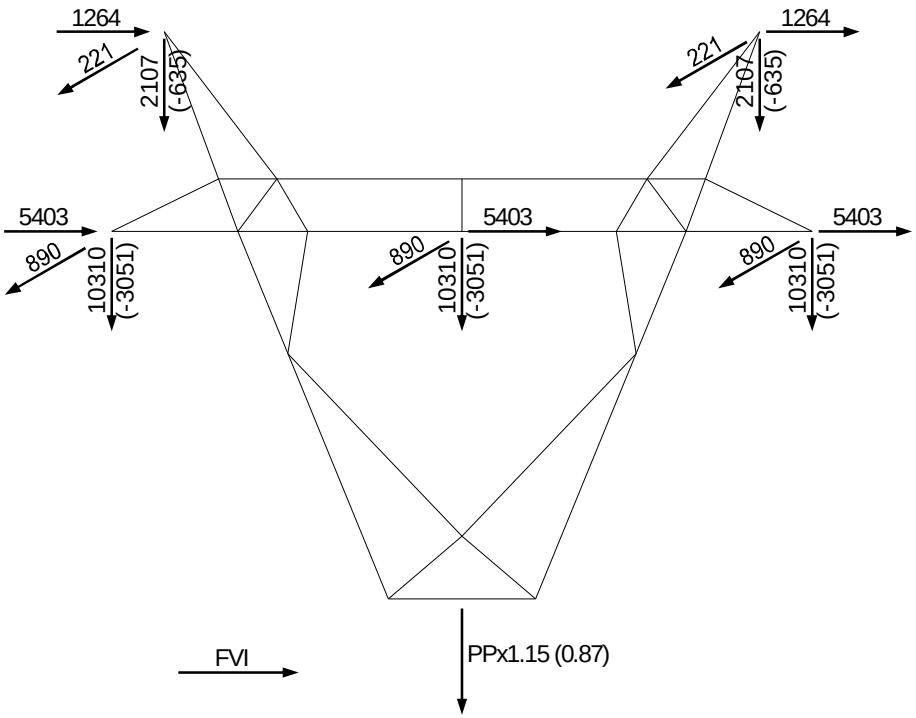
HIPÓTESE 4
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE)



HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)

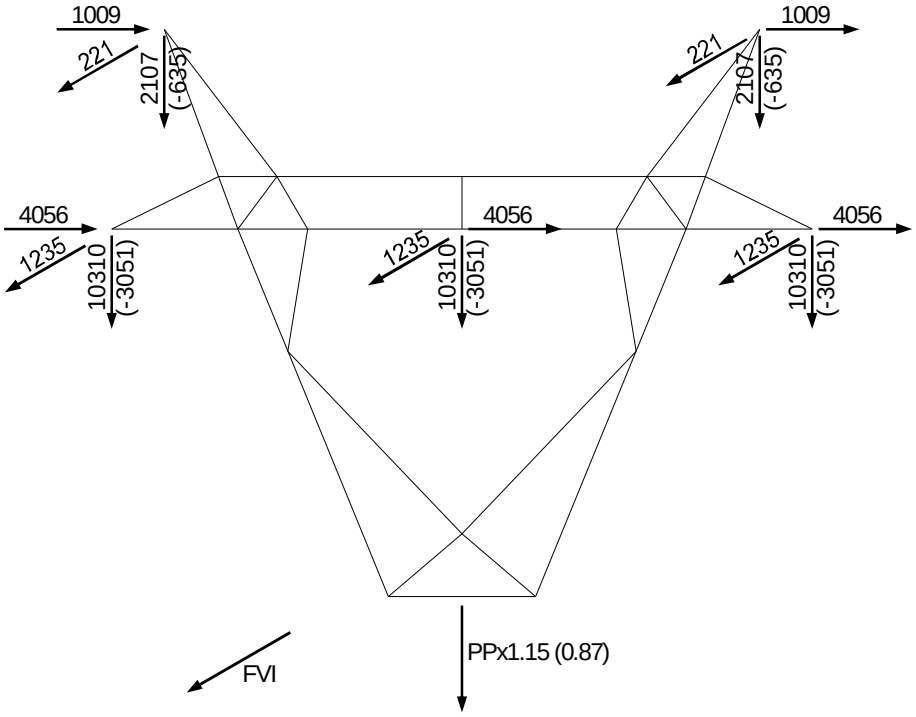


HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



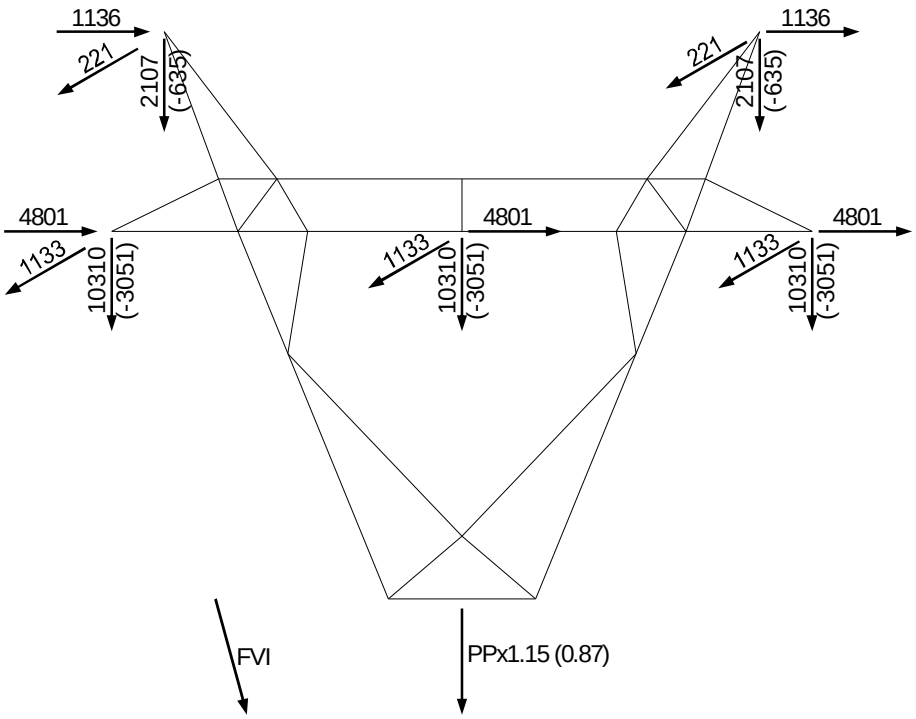
HIPÓTESE 7

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 8

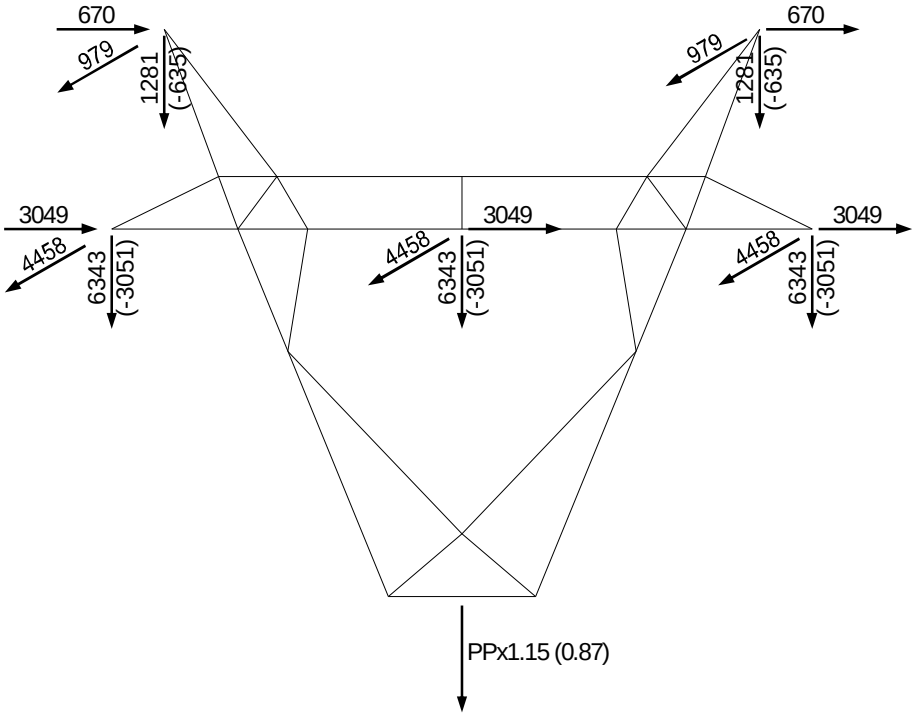
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45º)

(CABOS INTACTOS)

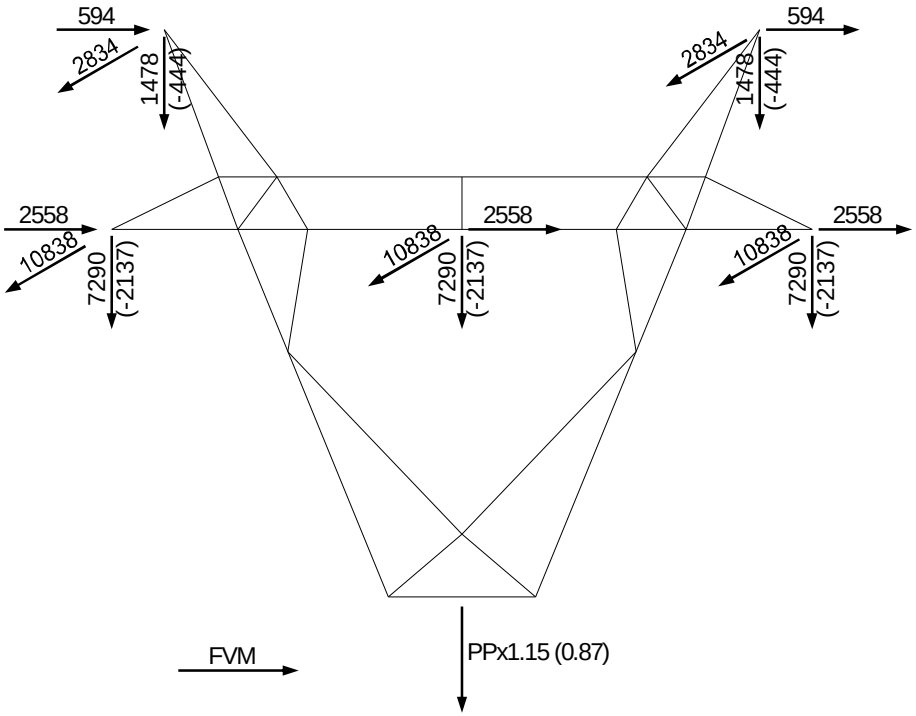


HIPÓTESE 10

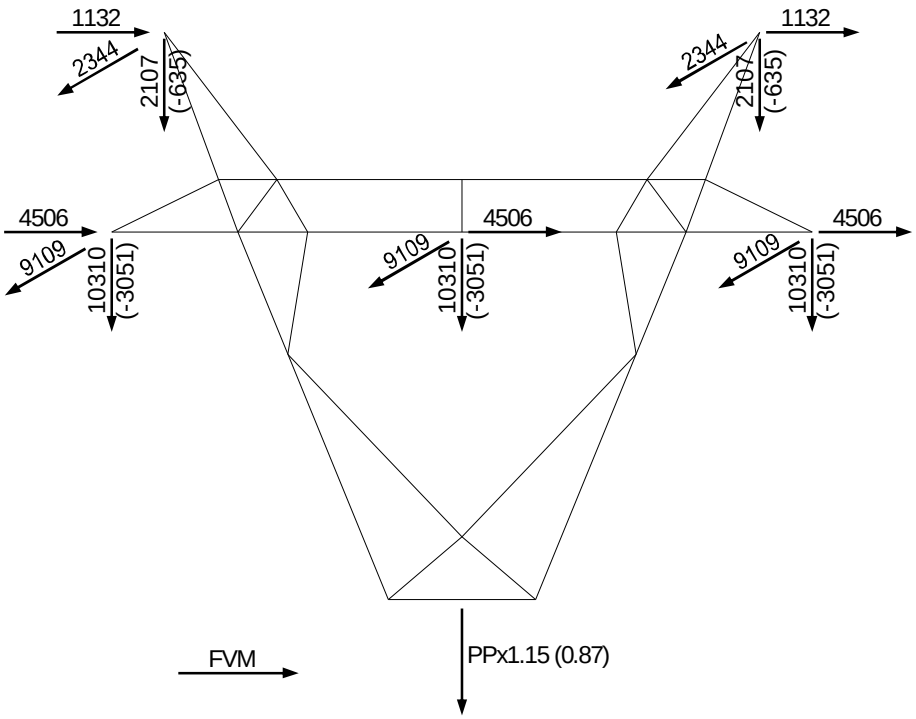
(SEM VENTO)

(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)

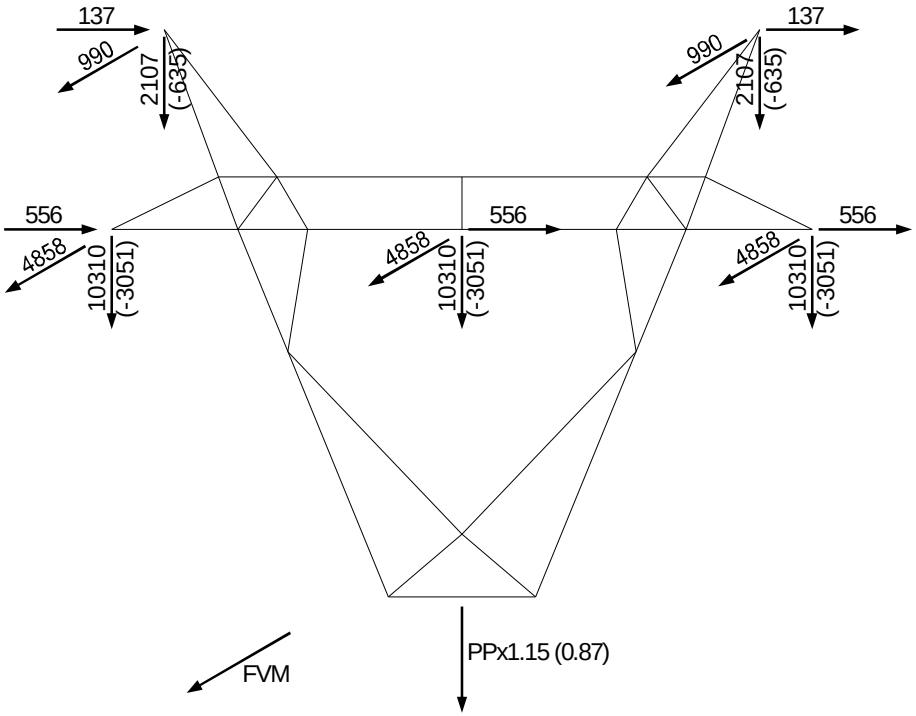
5.6.11.3 ESTRUTURA DE ANCORAGEM FIM DE LINHA TIPO I3AT



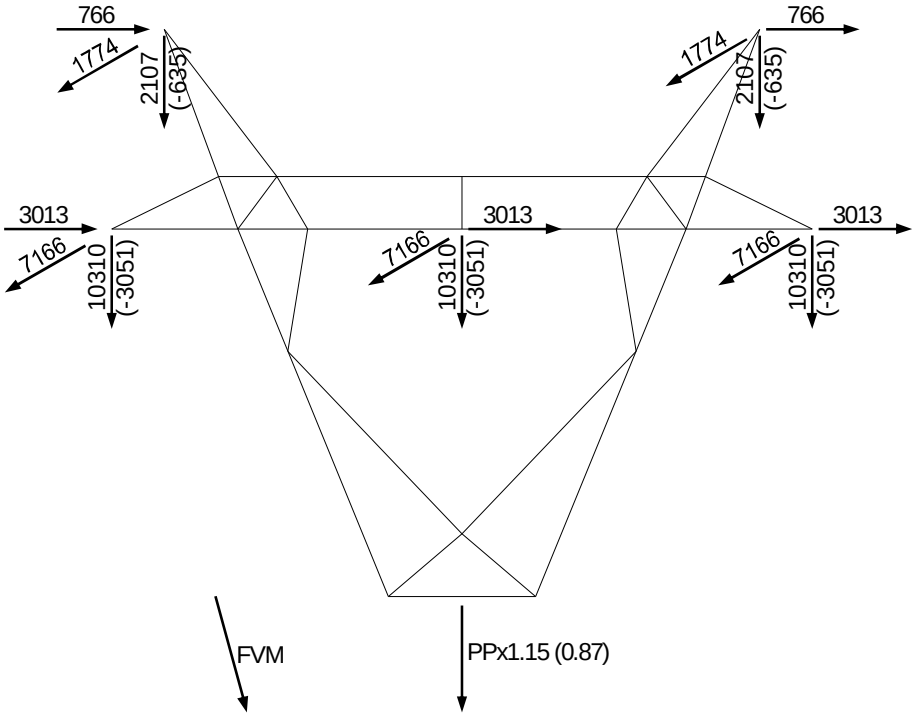
HIPÓTESE 1Ta
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



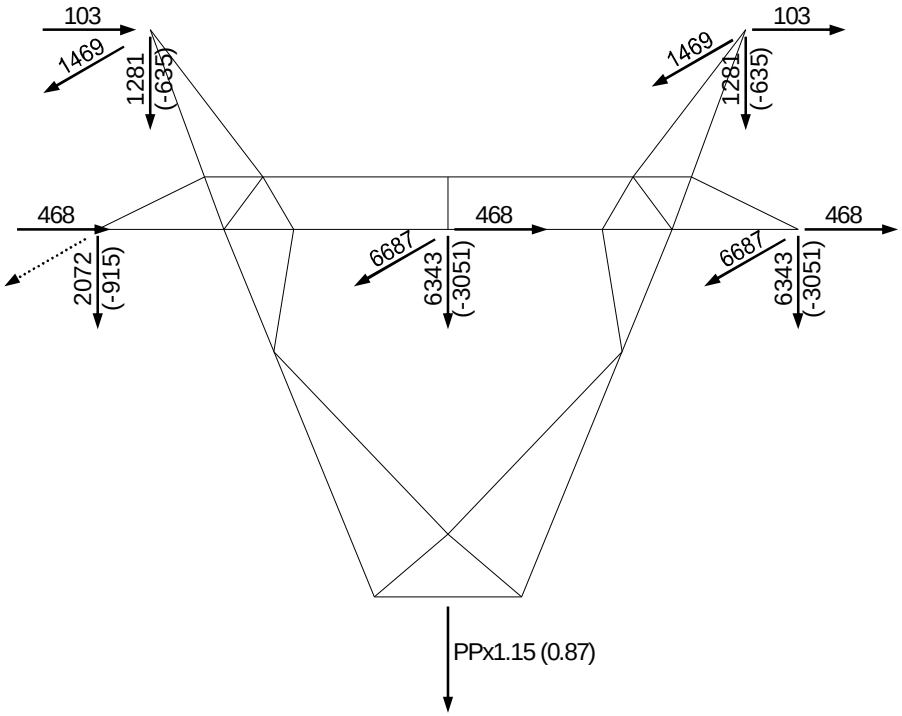
HIPÓTESE 1Tb
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



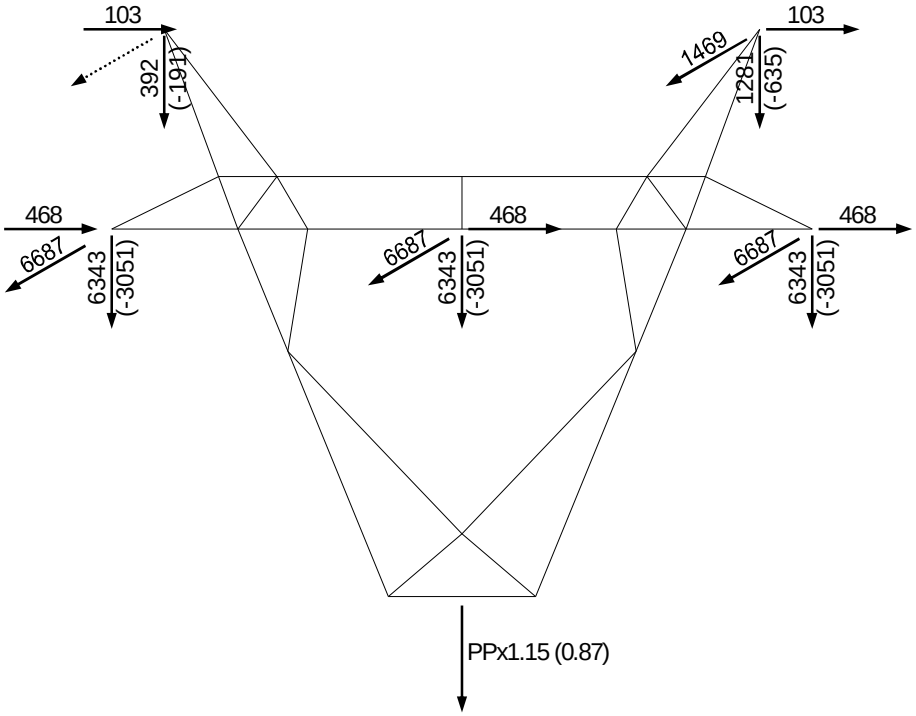
HIPÓTESE 2T
(VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



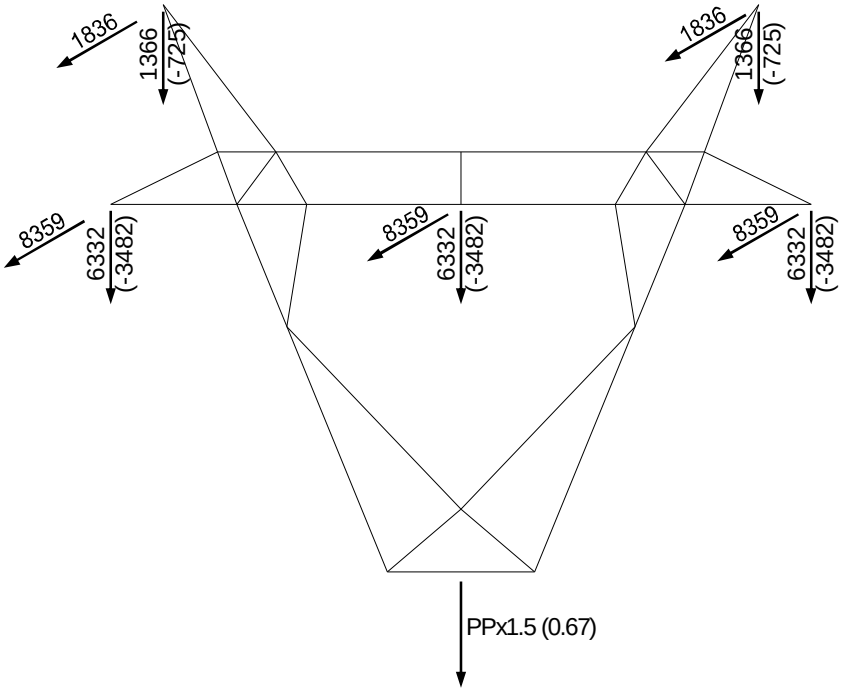
HIPÓTESE 3T
(VENTO MÁXIMO A 45°)
(CABOS INTACTOS)



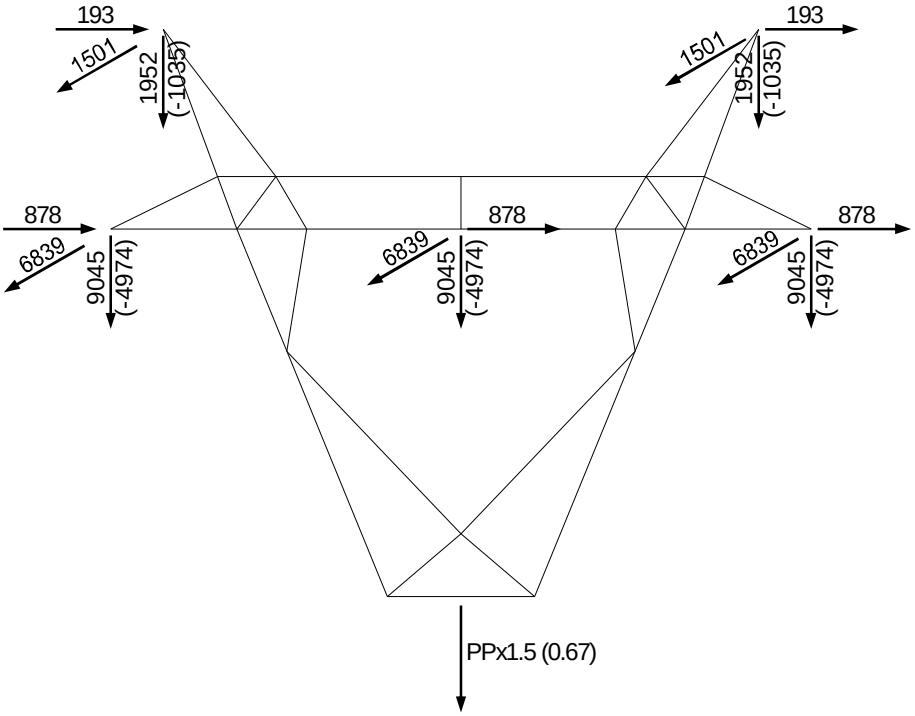
HIPÓTESE 4T
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE)



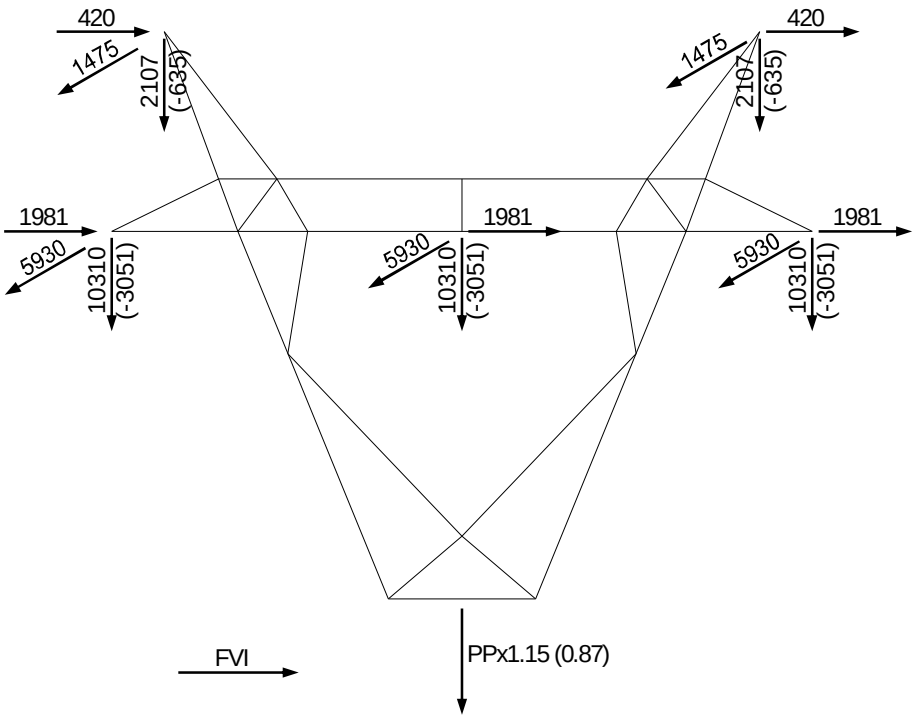
HIPÓTESE 5T
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)



HIPÓTESE 6Ta
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)

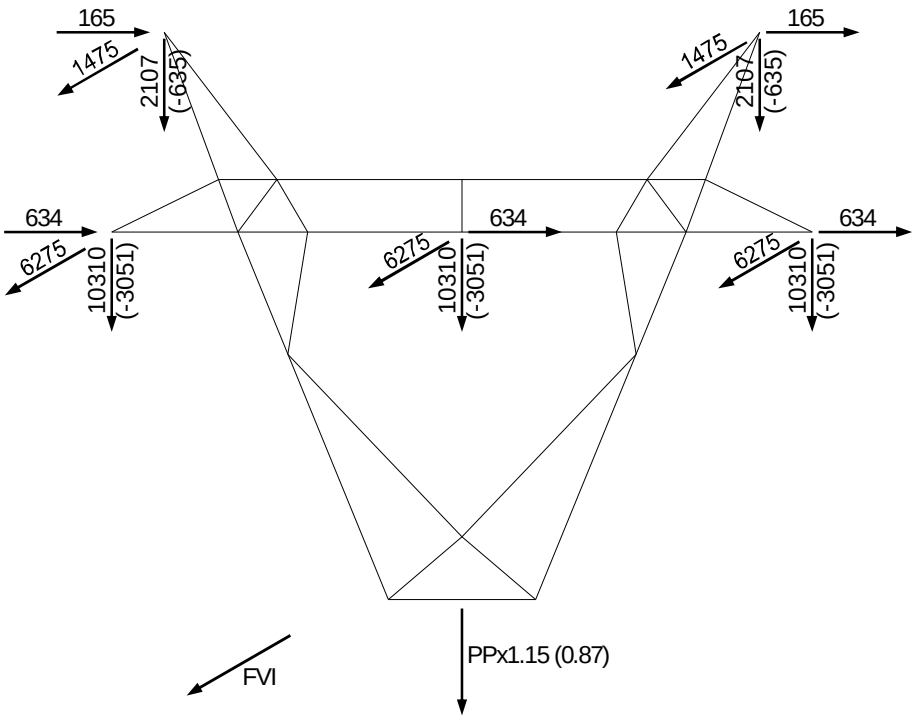


HIPÓTESE 6Tb
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



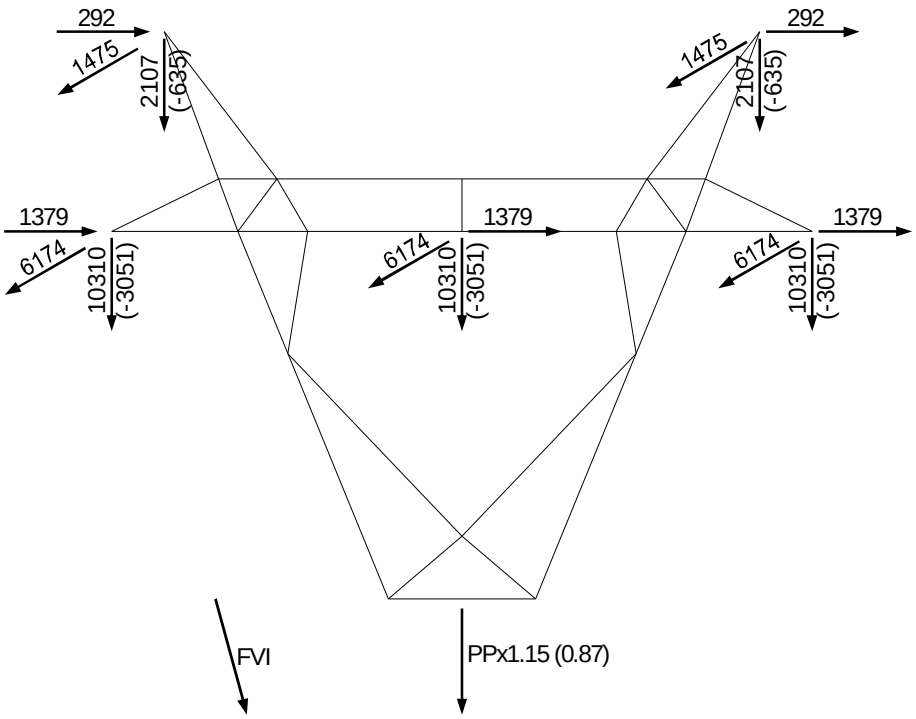
HIPÓTESE 7T

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 8T

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9T

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45º)

(CABOS INTACTOS)

6 DIRETRIZES PARA O DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

6.1 O dimensionamento estrutural deverá ser realizado aplicando-se a metodologia dos estados limites últimos, verificando-se a seguinte inequação:

$S_d \leq Ø_R \, R_K$, onde:

S_d	Solicitações de cálculo (tração, compressão, flexão, cisalhamento e esmagamento) atuantes nos diferentes elementos da estrutura, obtidas através da análise estrutural, considerando-se as hipóteses de carga especificadas.
$Ø_R$	Coeficiente de resistência, que minora a resistência limite dos elementos.
R_K	Resistência limite da estrutura, obtida em função da tensão característica de escoamento, ruptura, cisalhamento, esmagamento ou flambagem dos elementos estruturais, conforme Norma ASCE 10-15 "Design of Latticed Steel Transmission Structures" e NBR 8850 - "Execução de Suportes Metálicos Treliçados para Linhas de Transmissão".

6.2 Para o dimensionamento estrutural não deverão ser previstos ensaios de carregamento de protótipo. Portanto, o dimensionamento estrutural deverá ser feito utilizando-se os seguintes coeficientes de minoração de resistências ($Ø_R$):

- Estrutura I3SL $Ø_R = 0.90$
- Estrutura I3AT $Ø_R = 0.85$

6.3 As barras horizontais da estrutura situadas próximo às fixações das cadeias de isoladores deverão suportar uma carga vertical de 400 kg, aplicada em seu ponto médio, sem deformação permanente.

6.4 Todas as barras da estrutura inclinadas a menos de 45° com a horizontal deverão suportar uma carga vertical de 100 kg, aplicada em seu ponto médio, sem deformação permanente.

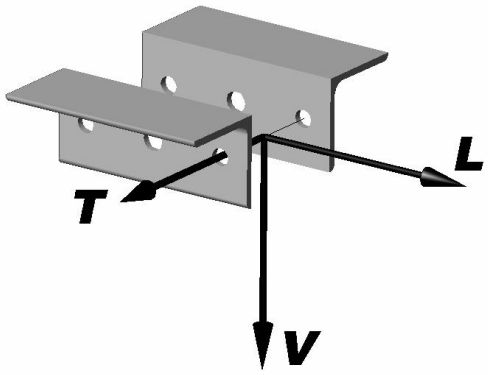
6.5 Todas as barras de contraventamento da estrutura, inclusive barras com esforço calculado, deverão suportar uma carga de compressão mínima de acordo com o item 3.16 do ASCE 10-15.

6.6 As mísulas dos condutores da estrutura de ancoragem tipo I3AT devem ser projetadas com detalhes para fixações da cadeia de passagem do "Jumper" no ponto central da mísula e nas duas extremidades, junto às faces transversais da estrutura.

6.7 Todas as estruturas devem ser projetadas com pontos (furos) auxiliares de fixação que permitam a execução segura das operações de montagem, de lançamento e grampeamento de cabos e de manutenção. A carga máxima admitida em cada um desses pontos (furos) auxiliares deve ser explicitamente indicada nos respectivos desenhos de montagem das estruturas.

6.8 Nas estruturas de suspensão, os furos auxiliares utilizados para sustentação dos cabos durante as operações de grampeamento deverão ser capazes de suportar a aplicação das cargas da Hipótese 11 da forma localmente mais desbalanceada, conforme se explica adiante:

- As cargas referentes às fases deverão ser aplicadas em 2 dos 4 furos auxiliares para montagem/manutenção localizados nas respectivas peças de ataque, conforme esquema adiante:



- Os 4 furos externos na peça acima são os furos auxiliares e os 2 furos centrais são os furos permanentes para fixação das fases.

6.9 Para dimensionamento das fundações e dos stubs deverá ser considerado um fator de sobrecarga adicional de 1.10.

6.10 Para dimensionamento dos stubs deverá ser considerado concreto com fck (resistência característica a 28 dias) igual a 200 kgf/cm2.

ISA CTEEP

LEILÃO ANEEL 001/2022 - LOTE 3

LINHA DE TRANSMISSÃO 345 kV CIRCUITO SIMPLES

VIANA 2 / VIANA C3

TORRE TIPO I3SL

CÁLCULO ESTRUTURAL

02	JMC	SFJ	PRRLS	22/11/22	ALTERADO CABO PÁRA-RAIOS OPGW
01	JMC	SFJ	PRRLS	30/09/22	EMISSÃO INICIAL
REV.	FEITO	VERIF.	APROV.	DATA	DESCRIÇÃO

PROJETO ESTRUTURAL: engetower ENGENHARIA

CLIENTE: cobra BRASIL isa CTEEP

FEITO	VERIF.	V. PROJ.	APROV.	DATA	O.S.	Nº ENGETOWER	Nº CLIENTE	REV.	TOT. FOL.
JMC	SJF	SJF	PRRLS	30/09/22	1861	267.69-C1001	BR-LOT3-71450-L-00-D0037	02	1/44

ÍNDICE

1 NOTAS GERAIS DE CÁLCULO	Pág.	3		
2 ESQUEMA ESTRUTURAL	Pág.	4		
3 HIPÓTESES DE CARGA	Pág.	5	a	16
4 CARGAS DEVIDAS AO VENTO SOBRE A TORRE	Pág.	17	a	18
5 DIMENSIONAMENTO DE BARRAS E CONEXÕES	Pág.	19	a	30
6 CARGAS ÚLTIMAS SOBRE FUNDAÇÕES	Pág.	31	a	43
7 CÁLCULO DO STUB	Pág.	44		

1 NOTAS GERAIS DE CÁLCULO

1.1 PARÂMETROS BÁSICOS DA TORRE

Tensão	345 kV	
Circuito	SIMPLES, COM 2 PÁRA-RAIOS	
Aplicação	SUSPENSÃO	
Vão básico (m)	450	
Ângulo de deflexão	0°	1°
Vão médio (m)	575	540
Vão gravante sem vento (m)	170 a 750 (condutor) e 170 a 800 (pára-raios)	
Vão gravante com vento (m)	51 a 975 (condutor) e 51 a 1040 (pára-raios)	
Cabo pára-raios	cabo OPGW Ø 14.9mm	
Cabo condutor (2 cabos/fase)	CAL 998 MCM (Al 1120)	

1.2 MATERIAIS EMPREGADOS

Aço estrutural:

ASTM A36	Fy = 2531 kgf/cm²	(Tensão de fluência)
	Fu = 4077 kgf/cm²	(Tensão de ruptura)
ASTM A572 GRAU 50	Fy = 3515 kgf/cm²	(Tensão de fluência)
	Fu = 4570 kgf/cm²	(Tensão de ruptura)
ASTM A572 GRAU 60	Fy = 4218 kgf/cm²	(Tensão de fluência)
	Fu = 5273 kgf/cm²	(Tensão de ruptura)

Parafusos (rosca excluída da seção de corte):

ASTM A394 TIPO "0"	Fv = 2620 kgf/cm²	(Tensão admissível ao corte)

1.3 NORMAS E ESPECIFICAÇÕES PARA DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento da torre (barras e ligações) foi feito de acordo com a Norma ASCE 10-15 ("Design of Latticed Steel Transmission Structures"), adotando-se um coeficiente de minoração de resistências igual a 0.90. Isto significa que as tensões admissíveis utilizadas no dimensionamento estrutural foram obtidas multiplicando-se as tensões limites recomendadas pela ASCE pelo fator 0.90.

1.4 SOFTWARE USADO NO CÁLCULO

O cálculo estrutural foi feito com a utilização de programas de computador desenvolvidos por ENGETOWER, baseados no método dos elementos finitos e que fazem a análise estática linear de estruturas reticuladas. O modelo estrutural empregado foi o de treliça espacial.

2 ESQUEMA ESTRUTURAL

O desenho ENGETOWER n° 267.69-D1000 apresenta a silhueta da torre. Nesse desenho estão indicadas as barras carregadas (traço cheio) e respectivas denominações de cálculo, as barras redundantes (traço interrompido) e os painéis/níveis de aplicação das cargas devidas ao vento sobre a estrutura.

3 HIPÓTESES DE CARGA

3.1 DEFINIÇÕES BÁSICAS

3.1.1 CARACTERÍSTICAS DOS CABOS

- CABO CONDUTOR (2 cabos / fase):
  - CAL 998 MCM (Al 1120)
  - A = área da seção transversal = 5.0604 cm^2
  - Ø = diâmetro = 2.9250 cm
  - ρ = peso = 1.3964 kgf/m
  - CR = carga de ruptura = 11147 kgf
  - Ef = módulo de elasticidade final = 0.6526 x 10^6 kgf/cm^2
  - αf = coeficiente de dilatação térmica linear final = 2.3000 x 10^{-5}/°C

  Obs.: Informações acima para 1 cabo
- CABO PÁRA-RAIOS:
  - cabo OPGW Ø 14.9mm
  - A = área da seção transversal = 1.2670 cm^2
  - Ø = diâmetro = 1.4900 cm
  - ρ = peso = 0.5520 kgf/m
  - CR = carga de ruptura = 6159 kgf
  - Ef = módulo de elasticidade final = 0.9228 x 10^6 kgf/cm^2
  - αf = coeficiente de dilatação térmica linear final = 1.6700 x 10^{-5}/°C

3.1.2 CADEIAS DE ISOLADORES

- CADEIA DE SUSPENSÃO I:
  - peso = 30 kgf
  - Ae = área exposta ao vento $\cong$ 0.378 m^2
- CADEIA DE SUSPENSÃO V:
  - peso = 70 kgf
  - Ae = área exposta ao vento $\cong$ 0.756 m^2

3.1.3 AÇÃO DO VENTO

3.1.3.1 VENTO MÁXIMO

- De acordo com IEC/TR 60826, considerando-se período de integração igual a 2-3 segundos para a ação do vento sobre cabos, cadeia de isoladores e estrutura.
- T = período de retorno = 250 anos
- VR(50) = velocidade de referência do vento para T igual a 50 anos = 27.78 m/s (100 km/h)
- VR(250) = velocidade de referência do vento para T igual a 250 anos = 31.94 m/s (115 km/h)
- Terreno categoria "B" (Kr = 1.00)
- qo = pressão dinâmica de referência = 1/2 x ρ x $[Kr \times VR(250)]^2/g$
  - ρ = massa específica do ar = 1.195 kg/m^3 (temperatura = 19°C, altitude = 100 m)
  - g = aceleração da gravidade = 9.81 m/s^2

  $\Rightarrow$ qo = 62.1 kgf/m^2

  Obs.: A pressão dinâmica reduzida será tomada igual a 36% do valor acima calculado

3.1.3.2 VENTO DE ALTA INTENSIDADE

- Será considerado vento com velocidade Vi = 50.00 m/s (180 km/h), constante com a altura, atuando integralmente sobre a estrutura e sobre 25% do vão médio.
- qi = pressão dinâmica associada a Vi = 1/2 x ρ x $[Kr \times Vi]^2/g$
  - ρ = massa específica do ar = 1.195 kg/m^3 (temperatura = 19°C, altitude = 100 m)
  - g = aceleração da gravidade = 9.81 m/s^2

  $\Rightarrow$ qi = 152.3 kgf/m^2

3.1.4 TRAÇÕES NOS CABOS

- ESTADOS DE CARGA:

1 EDS: 23°C, sem vento
2 Temperatura mínima: 5°C
3 Temperatura máxima: 70°C no condutor e 40°C no pára-raios
4 Vento máximo 90° (transversal), temperatura = 19°C
5 Vento máximo 75°, temperatura = 19°C
6 Vento máximo 60°, temperatura = 19°C
7 Vento máximo 45°, temperatura = 19°C
8 Vento máximo 30°, temperatura = 19°C
9 Vento máximo 15°, temperatura = 19°C
10 Vento máximo 0°, temperatura = 19°C
11 Vento reduzido 90°, temperatura = 19°C

- Resultados, na condição final, para vãos básicos máximos da LT:

ESTADO DE CARGA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CONDUTOR(*)	2229	2367	1954	5419	5155	4432	3462	2630	2287	2258	2965
PÁRA-RAIOS	979	1030	937	2834	2697	2314	1774	1259	1013	990	1475

(*) Trações para 1 cabo

Notas: a) Trações em kgf para vão básico de:
⇒ cabo CONDUTOR: 450 m
⇒ cabo PÁRA-RAIOS: 450 m
b) Trações para condição final, considerando-se:
⇒ cabo CONDUTOR: Tração final EDS = 20.0% de CR
(flecha final condição EDS = 15.881 m)
⇒ cabo PÁRA-RAIOS: Tração final EDS = 15.9% de CR
(flecha final condição EDS = 14.287 m -> 90% CONDUTOR)
(flecha final temperatura mínima = 13.582 m -> 91% CONDUTOR)
c) Pressões máximas de vento sobre cabos:
⇒ cabo CONDUTOR : 121.42 kgf/m^2 (H = 19.0m G_C = 2.08 G_L = 0.94)
⇒ cabo PÁRA-RAIOS : 129.01 kgf/m^2 (H = 27.0m G_C = 2.21 G_L = 0.94)
d) Flechas na temperatura mínima para vão básico:
⇒ cabo CONDUTOR : 15.0 m
⇒ cabo PÁRA-RAIOS : 13.6 m
e) Flechas na temperatura máxima para vão básico:
⇒ cabo CONDUTOR : 18.1 m
f) Alturas médias dos cabos para vão básico:
⇒ cabo CONDUTOR: H = 9.0 + 18.1 + 1.6 - 2/3 x 15.0 =
= 18.7 m (adotada: 19.0 m)
Obs.: 9.0 m = distância mínima fase/solo
1.6 m = distância típica fase inferior ao c.g. das fases
⇒ cabo PÁRA-RAIOS: H = 9.0 + 18.1 + 8.5 - 2/3 x 13.6 =
= 26.5 m (adotada: 27.0 m)
Obs.: 8.5 m = altura típica pára-raios em relação à fase inferior
g) Pressões máximas de vento sobre cabos para vão médio:
⇒ cabo CONDUTOR : 121.28 kgf/m^2 (H = 24.0m G_C = 2.17 G_L = 0.90)
⇒ cabo PÁRA-RAIOS : 127.99 kgf/m^2 (H = 33.0m G_C = 2.29 G_L = 0.90)
h) Pressões máximas de vento sobre cadeias de isoladores:
⇒ cadeia de suspensão I: 187.05 kgf/m^2 (H = 44.0m Gi = 2.51 Ca = 1.20)
⇒ cadeia de suspensão V: 189.28 kgf/m^2 (H = 48.0m Gi = 2.54 Ca = 1.20)

3.1.5 CARGAS LONGITUDINAIS DECORRENTES DE RUPTURA DE CABO

- PÁRA-RAIOS: 1.25 x Tração EDS
- FASES: 0.70 x Tração EDS

3.1.6 CARGAS LONGITUDINAIS PARA CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA

- PÁRA-RAIOS: 0.60 x Tração EDS
- FASES: 0.40 x Tração EDS

3.1.7 HIPÓTESES DE CARGA E FATORES DE SOBRECARGA - SUSPENSÃO

- HIP. 1: Cabos intactos, com vento transversal máximo (90°)
HIP. 2: Cabos intactos, com vento longitudinal máximo
HIP. 3: Cabos intactos, com vento máximo a 45°, 60° ou 75°

HIP. 4: Ruptura de 1 fase, sem vento
HIP. 5: Ruptura de 1 pára-raios, sem vento
HIP. 6: Construção/Manutenção, sem vento
HIP. 7: Cabos intactos, com vento transversal de alta intensidade
HIP. 8: Cabos intactos, com vento longitudinal de alta intensidade
HIP. 9: Cabos intactos, com vento de alta intensidade a 45°, 60° ou 75°
HIP. 10: Contenção de queda em cascata, sem vento
HIP. 11: Grampeamento, sem vento

- Fatores de sobrecarga:

⇒ Cargas transversais:
- HIP. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10 : 1.00
- HIP. 6 e 11 : 1.50

⇒ Cargas verticais:
- HIP. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10 : 1.15 (normais) ou 0.87 (reduzidas)
- HIP. 6 e 11 : 1.50
- Para hipóteses com cargas verticais reduzidas, fator de sobrecarga considerado para o peso próprio da estrutura: 0.87

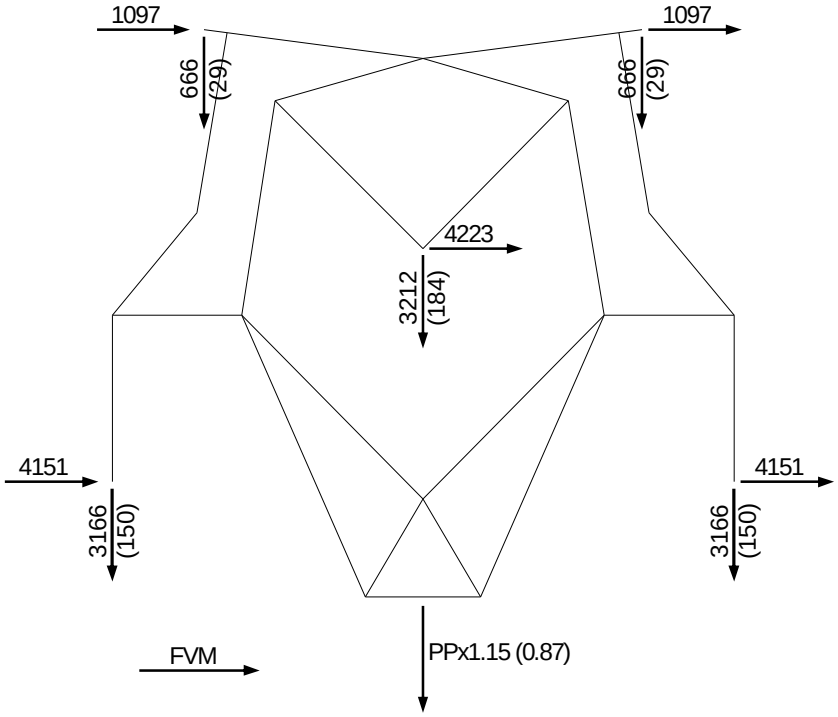
⇒ Cargas longitudinais:
- HIP. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10 : 1.00
- HIP. 6 e 11 : 1.50

3.1.8 CARGAS POR HIPÓTESE

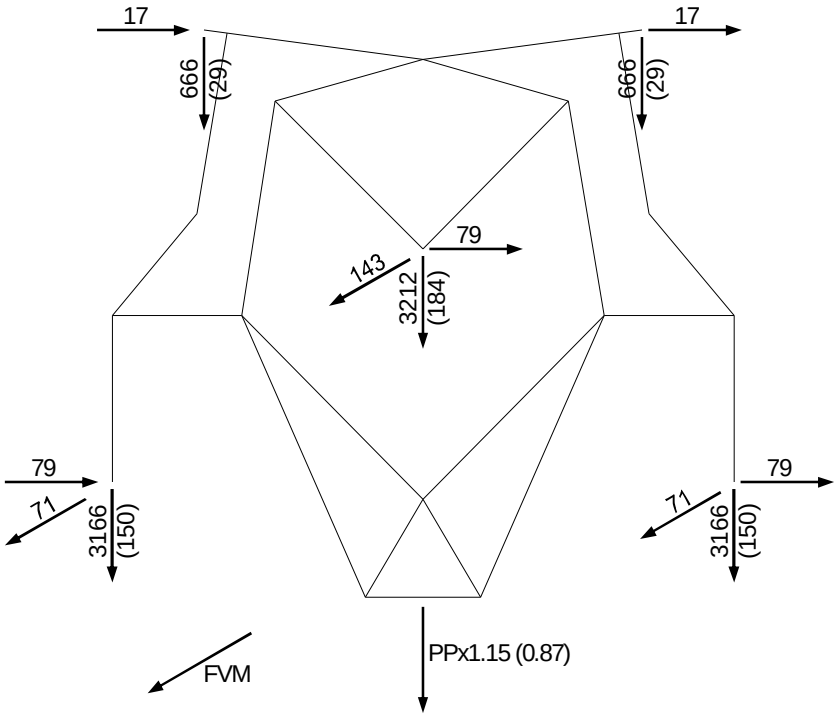
Notas:

1. Para as hipóteses com vento de alta intensidade (hip. 7, 8 e 9), considerou-se trações atuantes iguais às obtidas para Vento Reduzido (90°)

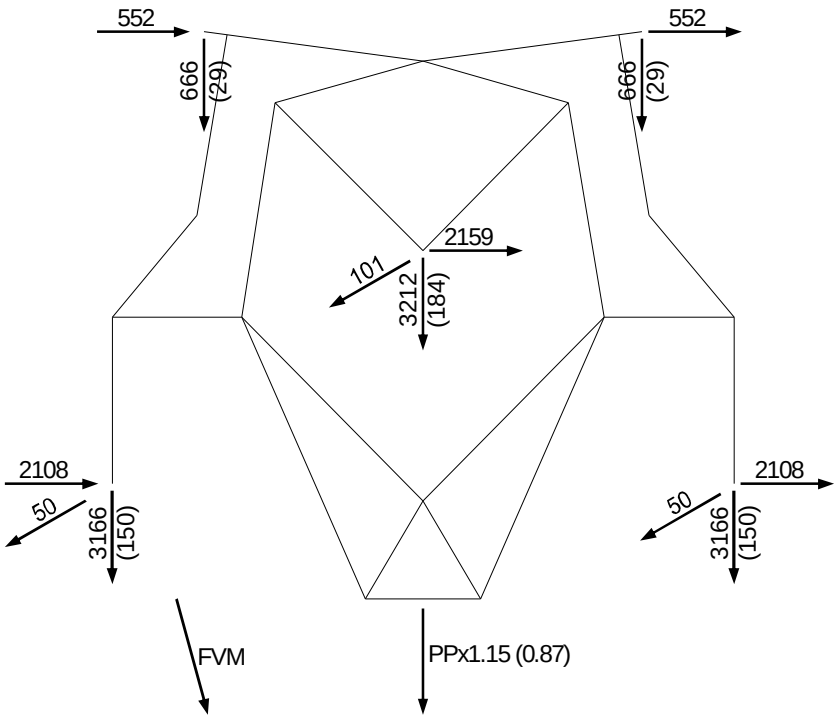
3.2 ÁRVORES DE CARGA



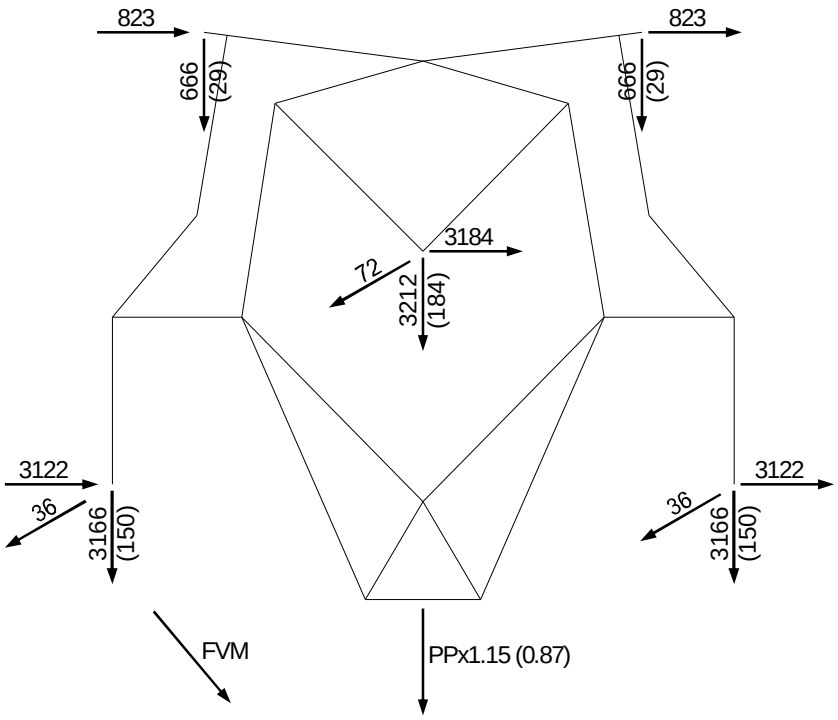
HIPÓTESE 1
(VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



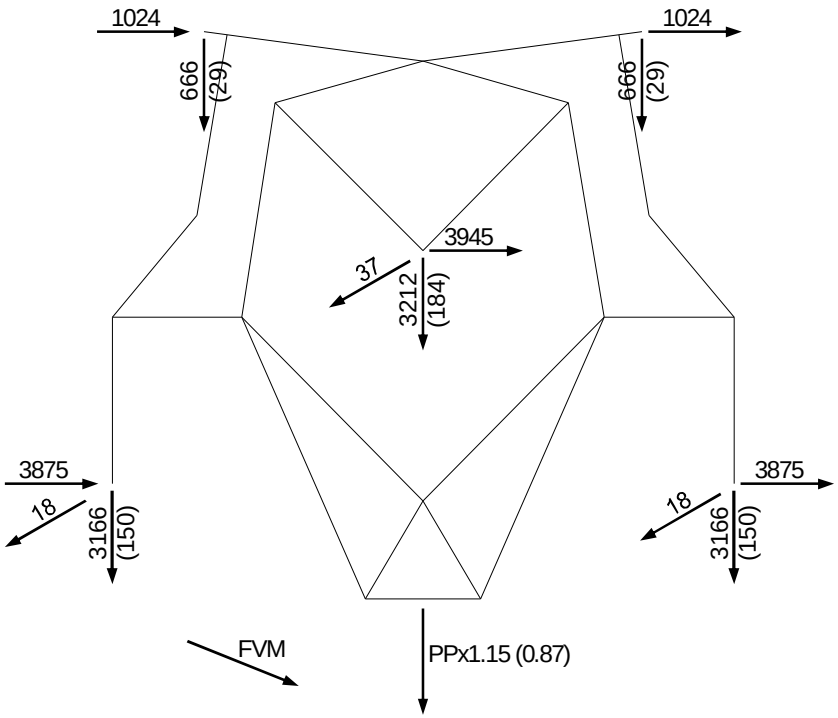
HIPÓTESE 2
(VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



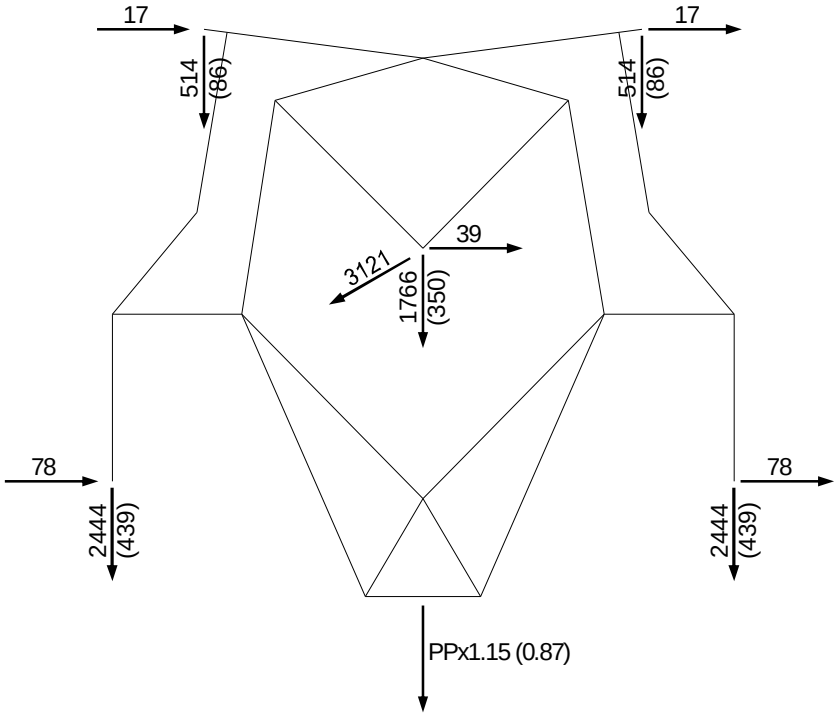
HIPÓTESE 3
(VENTO MÁXIMO A 45º)
(CABOS INTACTOS)



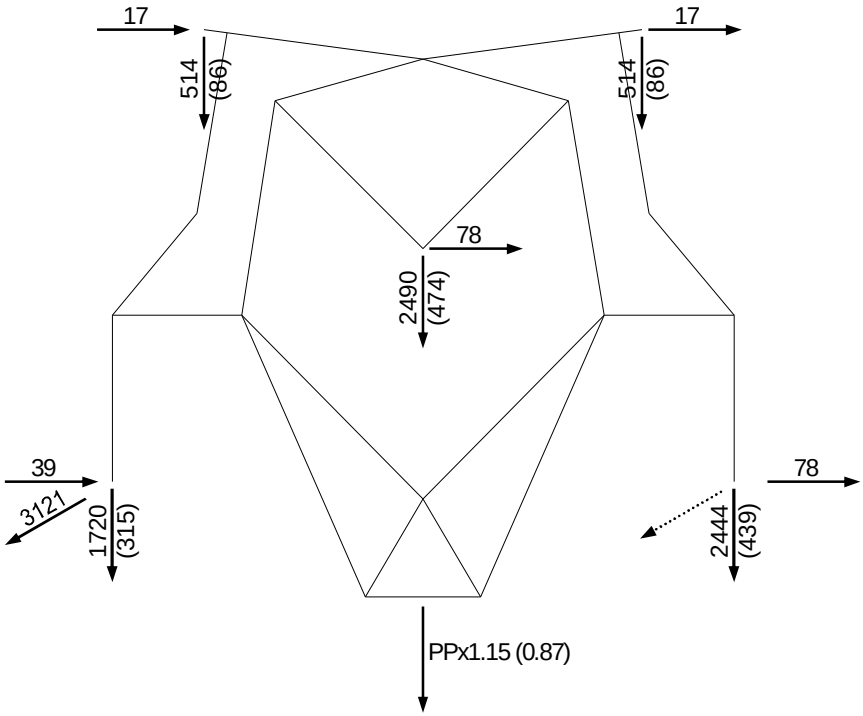
HIPÓTESE 3-60
(VENTO MÁXIMO A 60º)
(CABOS INTACTOS)



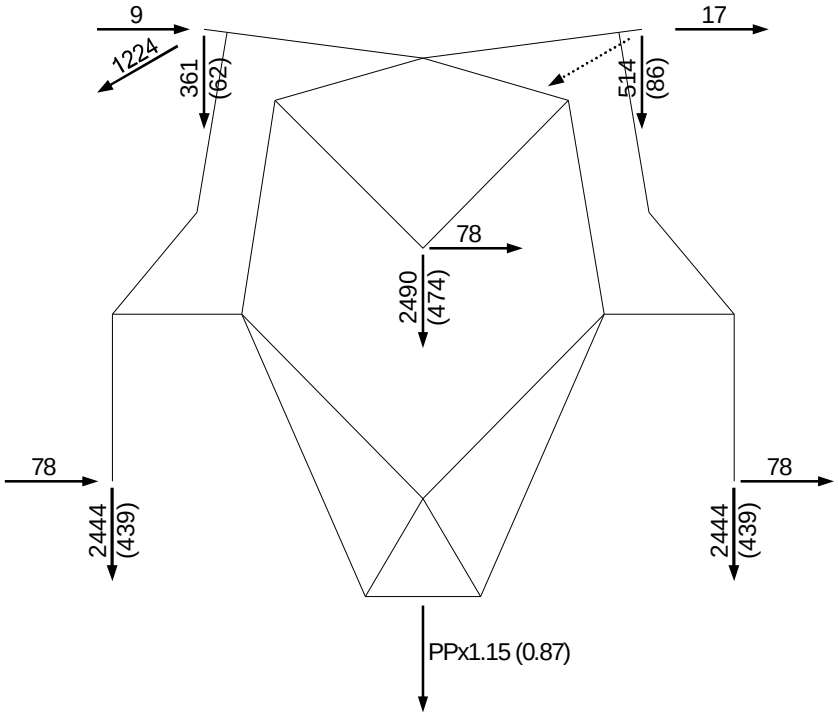
HIPÓTESE 3-75
(VENTO MÁXIMO A 75º)
(CABOS INTACTOS)



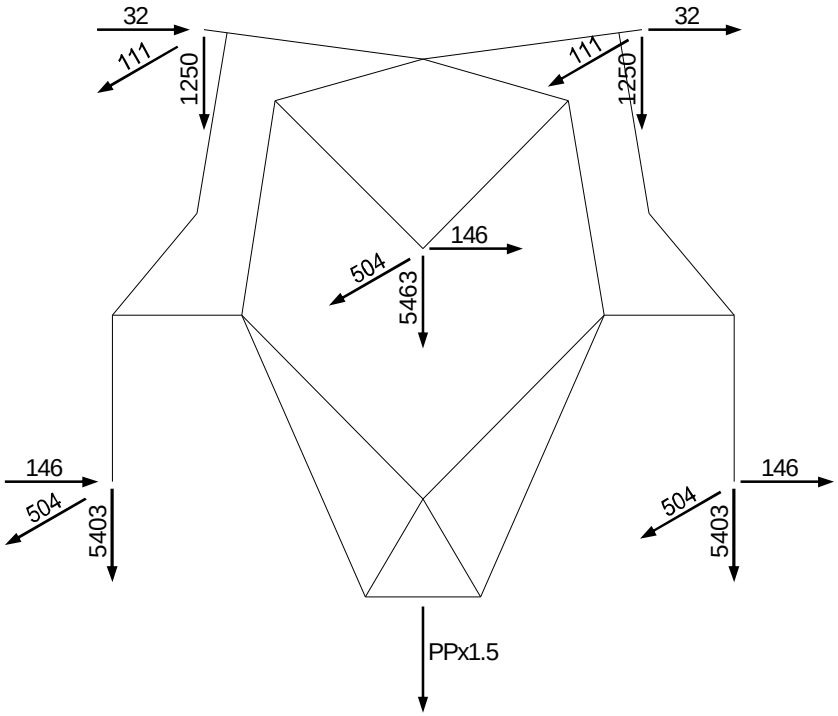
HIPÓTESE 4m
(SEM VENTO)
(RUPTURA DA FASE CENTRAL)



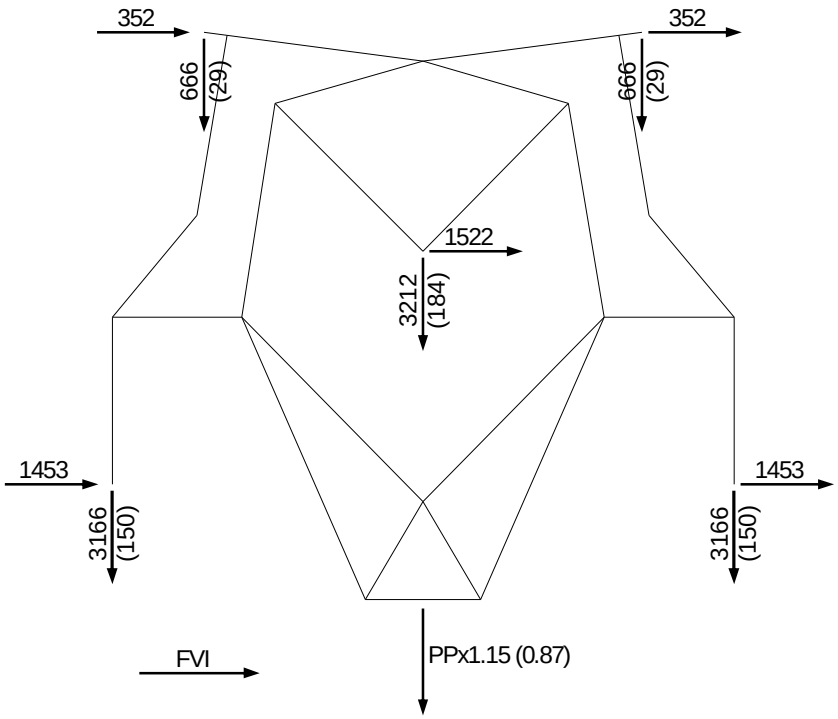
HIPÓTESE 4e e 4d
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE LATERAL)



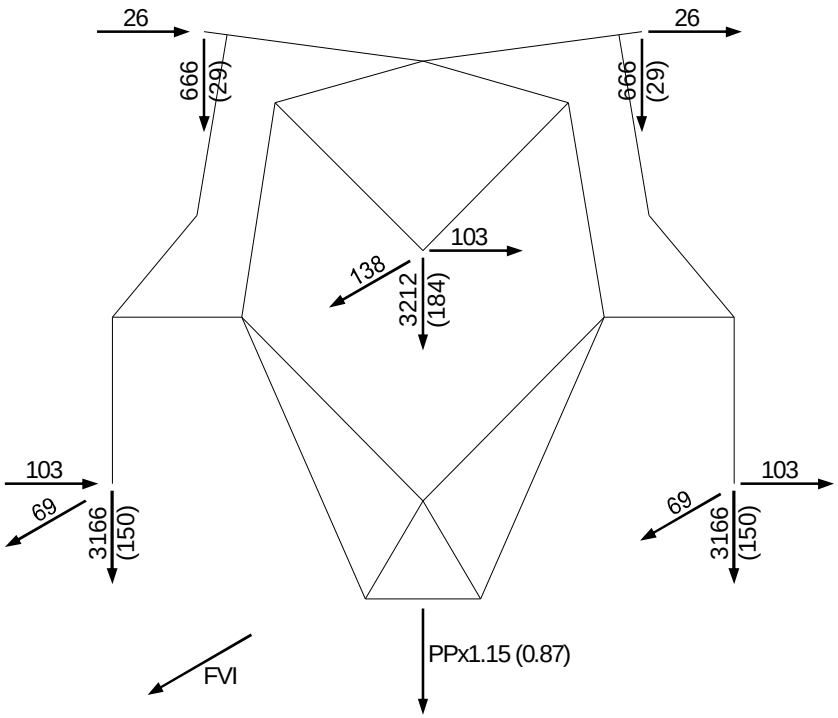
HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)



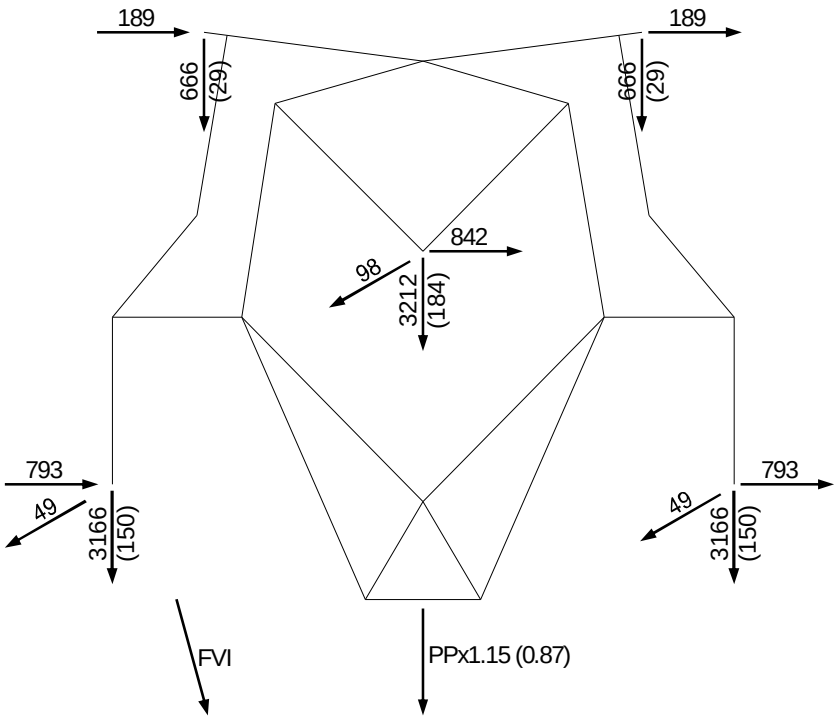
HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



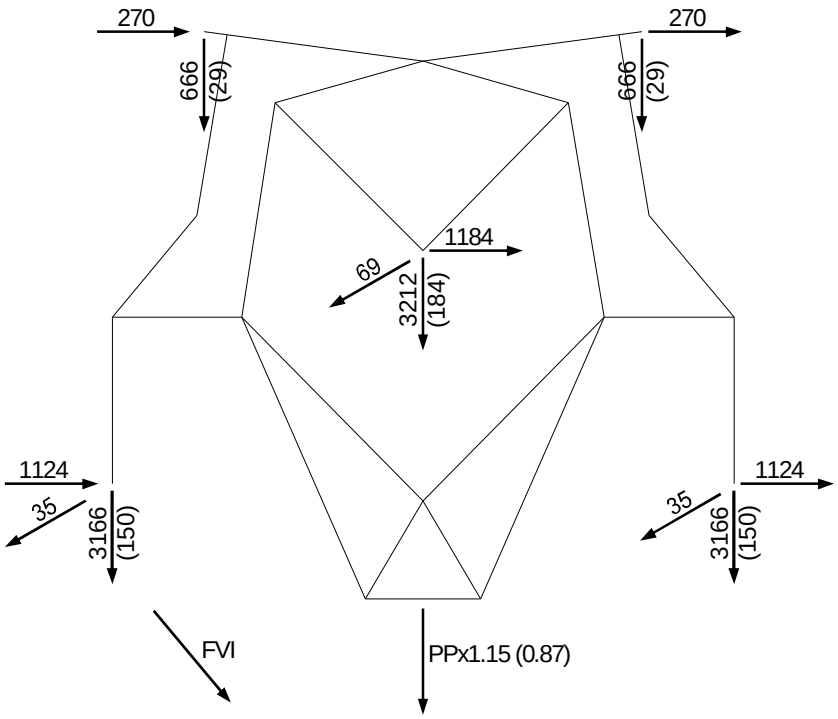
HIPÓTESE 7
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



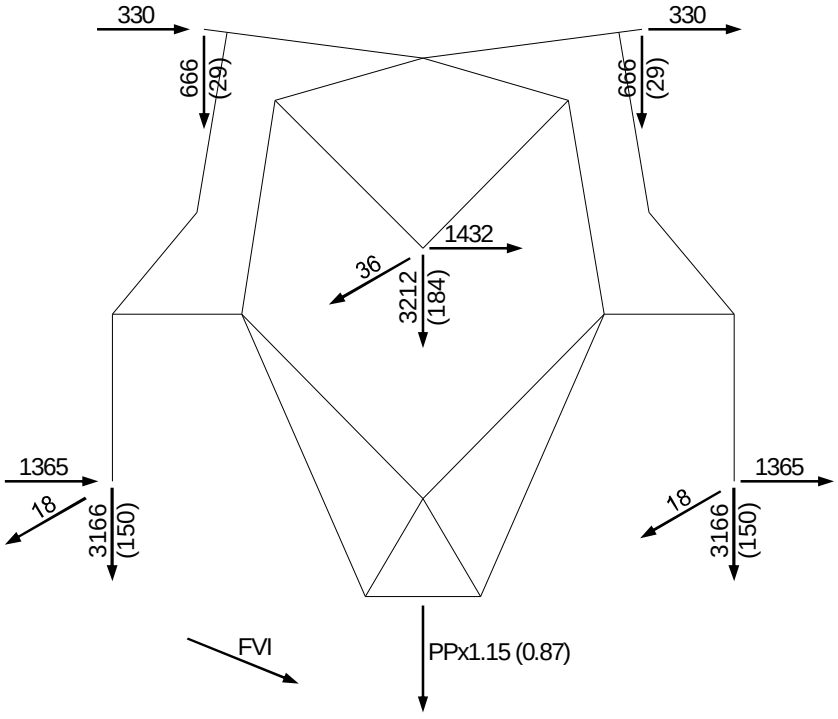
HIPÓTESE 8
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



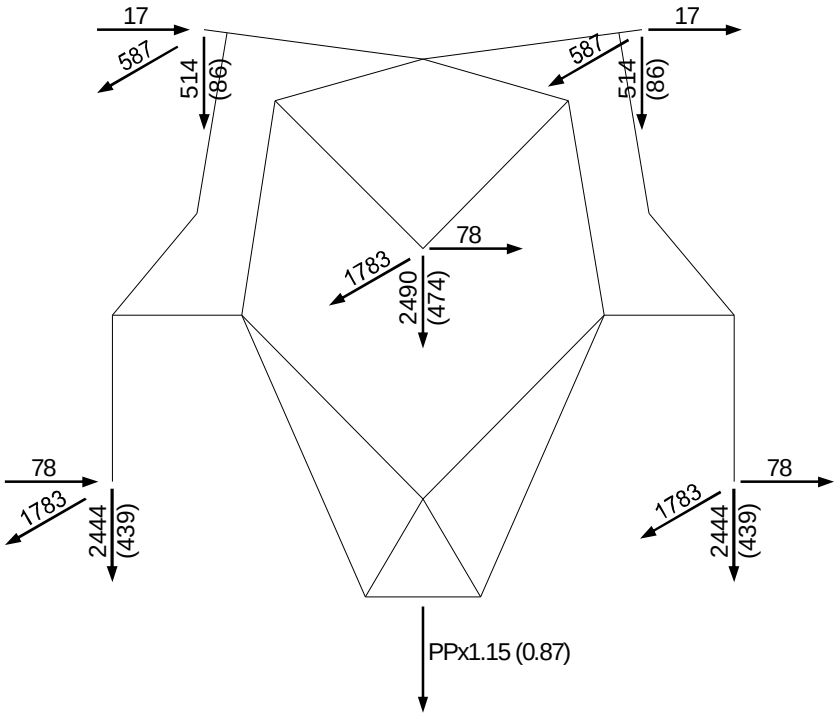
HIPÓTESE 9
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)
(CABOS INTACTOS)



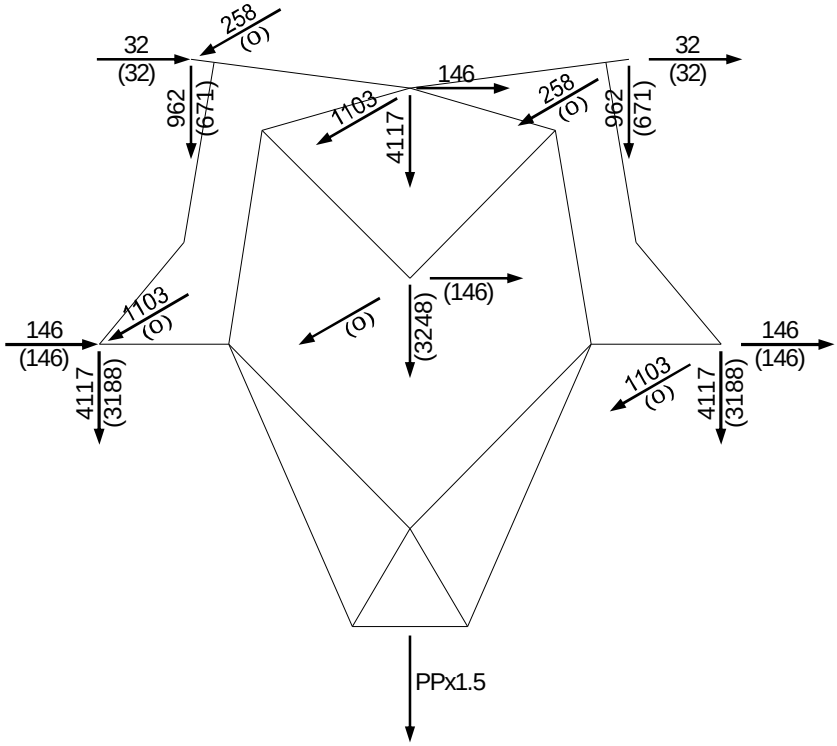
HIPÓTESE 9-60
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 60°)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9-75
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 75°)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 10
(SEM VENTO)
(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)



HIPÓTESE 11
(SEM VENTO)
(GRAMPEAMENTO)

3.3 NOTAS PARA ÁRVORES DE CARGA

a) Cargas são últimas (incluem os respectivos fatores de sobrecarga) e estão em kgf.
b) **FVM** indica a força devida à ação do vento máximo sobre a própria torre e **FVI** indica a força devida à ação do vento de alta intensidade. Para cálculo de **FVM** e **FVI**, ver páginas seguintes.
c) **PP** indica o peso próprio da torre.
d) As árvores de carga apresentadas representam as hipóteses de carga básicas consideradas no cálculo. Algumas destas hipóteses foram desdobradas para a análise estrutural, conforme se esclarece nas notas subsequentes.
e) **Hipóteses 4** (ruptura de uma fase): **e** na denominação da hipótese de carga indica ruptura da fase esquerda, **d** indica ruptura da fase direita e **m** indica ruptura da fase central.
f) **Hipóteses 5** (ruptura de um pára-raios): **e** na denominação da hipótese de carga indica ruptura do PR esquerdo e **d** indica ruptura do PR direito.
g) **Hipóteses 6** (construção/manutenção):
   Ae: cargas somente no PR esquerdo;
   Ad: cargas somente no PR direito;
   B : cargas somente nos 2 PR's;
   Ce: cargas somente nos 2 PR's e na fase da esquerda;
   Cd: cargas somente nos 2 PR's e na fase da direita;
   Cm: cargas somente nos 2 PR's e na fase central;
   De: sem as cargas da fase da esquerda;
   Dd: sem as cargas da fase da direita;
   Dm: sem as cargas da fase central;
   E : todas as cargas aplicadas.
h) **Hipóteses 11** (grampeamento):
   OBS.: 1) Para cabos em grampeamento, considerar cargas fora de parênteses na árvore de carga;
   2) Para cabos só lançados ou já grampeados, considerar cargas entre parênteses na árvore de carga;
   3) Fase em grampeamento: aplicar cargas no ponto auxiliar para içamento/grampeamento dessa fase.
   Nos desdobramentos abaixo especificados, considerar cargas de cabos só lançados/já grampeados nos pontos onde não houver cabos em grampeamento:
   Ae: cargas de grampeamento somente no PR esquerdo;
   Ad: cargas de grampeamento somente no PR direito;
   B : cargas de grampeamento somente nos 2 PR's;
   Ce: cargas de grampeamento somente nos 2 PR's e na fase da esquerda;
   Cd: cargas de grampeamento somente nos 2 PR's e na fase da direita;
   Cm: cargas de grampeamento somente nos 2 PR's e na fase central;
   De: sem as cargas de grampeamento da fase da esquerda;
   Dd: sem as cargas de grampeamento da fase da direita;
   Dm: sem as cargas de grampeamento da fase central;
   E : todas as cargas de grampeamento aplicadas.
   Para as hipóteses **11** (grampeamento), as cargas referentes à fase central foram aplicadas 50% na face anterior e 50% na face posterior da torre.
i) **R** na denominação da hipótese de carga indica cargas verticais mínimas (valores entre parênteses nas árvores de carga, exceto na hipótese 11).

4 CARGAS DEVIDAS AO VENTO SOBRE A TORRE

4.1 CARGAS DEVIDAS AO VENTO MÁXIMO SOBRE A TORRE

As cargas devidas à ação do vento máximo sobre a torre foram calculadas conforme metodologia da Publicação IEC/TR 60826, considerando-se a seguinte pressão dinâmica de referência:

- vento máximo: $q0 = 62.1$ kgf/m².

4.2 CARGAS DEVIDAS AO VENTO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE A TORRE

As cargas devidas à ação do vento de alta intensidade sobre a torre foram calculadas com base na seguinte pressão dinâmica, constante ao longo da altura:

- vento de alta intensidade: $qi = 152.3$ kgf/m².

4.3 CARGAS DEVIDAS AO VENTO, POR PAINEL

Painel	H (m)	Ae (m²)	Ab (m²)	Ae/Ab	Ca	Gt	FW (kgf)	FWi (kgf)
1	50.60	1.59	6.53	0.24	2.77	2.56	700	671
		3.95	15.68	0.25	2.73		1714	1642
2	45.60	1.37	7.01	0.20	2.94	2.52	630	613
		2.83	10.78	0.26	2.69		1191	1159
3	40.50	1.10	5.11	0.22	2.85	2.47	481	477
		1.26	6.81	0.19	2.99		578	574
4	37.60	2.19	12.67	0.17	3.08	2.43	1018	1027
		2.51	16.90	0.15	3.18		1204	1216
5	32.50	2.67	18.94	0.14	3.23	2.37	1269	1313
		3.37	25.25	0.13	3.28		1627	1683
6	27.00	2.89	26.90	0.11	3.38	2.28	1383	1488
		3.52	35.86	0.10	3.43		1709	1839
7	21.0	2.03	24.44	0.08	3.54	2.17	968	1094
		2.43	32.59	0.07	3.60		1179	1332
8	16.5	2.52	28.10	0.09	3.49	2.08	1136	1339
		2.93	37.47	0.08	3.54		1340	1580
9	12.0	2.87	20.77	0.14	3.23	1.99	1146	1412
		3.46	27.69	0.12	3.33		1424	1755
10	9.0	4.75	72.07	0.07	3.60	1.94	2060	2604
		5.00	96.09	0.05	3.71		2235	2825
11	1.5	0.70	10.99	0.06	3.65	1.94	308	389
		0.82	14.66	0.06	3.65		361	456
12	16.50	4.53	42.77	0.11	3.38	2.08	1978	2332
		5.62	57.03	0.10	3.43		2490	2936
13	18.0	2.00	19.56	0.10	3.43	2.12	903	1045
		2.17	26.08	0.08	3.54		1011	1170
14	13.5	2.84	23.22	0.12	3.33	2.02	1186	1440
		3.48	30.96	0.11	3.38		1475	1791
15	13.5	2.54	19.56	0.13	3.28	2.02	1045	1269
		2.98	26.08	0.11	3.38		1264	1534

NOTAS:

1. Para indicação dos painéis de vento, ver desenho ENGETOWER n° 267.69-D1000.
2. A linha superior refere-se à face longitudinal da torre (vento transversal) e a linha inferior refere-se à face transversal da torre (vento longitudinal).
3. H = altura sobre o solo.
4. Gt = fator de rajada (para terreno com rugosidade B).
5. Ae = área exposta ao vento.
6. Ab = área de contorno associada a Ae.
7. Ca = coeficiente de arrasto (calculado com base na relação Ae/Ab).
8. FW e FWi = componente transversal (FWT) ou longitudinal (FWL) das forças de vento FVM e FVI.
9. FW = q0 x Gt x Ca x Ae, onde q0 = 62.1 kgf/m².
10. FWi = qi x Ca x Ae, onde qi = 152.3 kgf/m².

4.4 CARGAS DEVIDAS AO VENTO, POR NÍVEL

VENTO MÁXIMO (kgf)					
NÍVEL	VENTO a 90° (TRANSVERSAL)	VENTO a 0° (LONGITUDINAL)	VENTO a 45°	VENTO a 60°	VENTO a 75°
	FWT (FWL = 0)	(FWT = 0) FWL	FWT = FWL	FWT/FWL	FWT/FWL
1	700	857	661	736/425	721/193
2	1330	1453	1181	1355/782	1357/364
3	871	885	745	870/503	884/237
4	750	891	696	782/451	770/206
5	1144	1416	1086	1207/697	1178/316
6	1326	1668	1270	1406/812	1368/367
7	1176	1444	1111	1238/715	1210/324
8	1052	1260	981	1099/635	1081/290
9	1141	1382	1070	1196/691	1174/314
10	1603	1830	1456	1653/954	1641/440
11	1030	1118	911	1048/605	1051/282
12	727	893	687	765/442	749/201
13	154	181	142	160/92	158/42
14	1681	2100	1604	1778/1027	1733/464
15	2019	2363	1859	2096/1210	2071/555
16	1143	1426	1090	1209/698	1178/316
17	1086	1319	1020	1140/658	1117/299
18	1045	1243	971	1090/629	1073/287
19	1623	1855	1476	1674/967	1662/445
20	747	918	706	787/454	769/206
21	1157	1446	1104	1224/707	1193/320
22	1553	1750	1401	1595/921	1588/425
23	677	813	632	708/409	695/186
24	1665	1931	1525	1724/995	1706/457
25	789	994	756	836/483	814/218

VENTO DE ALTA INTENSIDADE (kgf)					
NÍVEL	VENTO a 90° (TRANSVERSAL)	VENTO a 0° (LONGITUDINAL)	VENTO a 45°	VENTO a 60°	VENTO a 75°
	FWT (FWL = 0)	(FWT = 0) FWL	FWT = FWL	FWT/FWL	FWT/FWL
1	671	821	633	706/407	691/185
2	1284	1401	1139	1308/755	1310/351
3	852	867	729	852/492	865/232
4	752	895	699	785/453	772/207
5	1170	1450	1111	1235/713	1206/323
6	1401	1761	1341	1485/857	1445/387
7	1291	1586	1220	1359/785	1329/356
8	1217	1456	1134	1271/734	1250/335
9	1376	1668	1291	1443/833	1415/379
10	2008	2290	1823	2070/1195	2056/551
11	1302	1413	1152	1324/765	1328/356
12	901	1106	851	948/547	927/248
13	195	228	179	202/117	200/53
14	1910	2388	1823	2021/1167	1970/528
15	2468	2881	2269	2561/1478	2531/678
16	1361	1696	1297	1438/831	1403/376
17	1179	1427	1105	1236/714	1213/325
18	1243	1481	1155	1297/749	1276/342
19	2022	2308	1837	2085/1204	2070/555
20	915	1124	865	963/556	942/252
21	1291	1609	1230	1365/788	1331/357
22	1937	2180	1746	1989/1148	1981/531
23	829	995	774	867/501	852/228
24	1959	2254	1787	2024/1169	2006/538
25	851	1070	815	902/521	878/235

NOTAS:

1. Para indicação dos níveis de vento, ver desenho ENGETOWER n° 267.69-D1000.
2. Para obtenção dos valores acima, as cargas para vento transversal referentes aos painéis 1 e 2, determinadas no sub-item anterior, foram multiplicadas por 2, de modo a levar em conta a presença, na cabeça da torre, de 4 faces treliçadas interpondo-se à passagem do vento.
3. FWT = componente transversal das forças de vento FVM ou FVI.
   FWL = componente longitudinal das forças de vento FVM ou FVI.
   $FWT = [1 + 0.2\text{sen}^2(2\emptyset)] \times (FW(V.TRANSV)\text{sen}^2\emptyset + FW(V.LONGIT)\cos^2\emptyset) \times \text{sen}\emptyset$
   $FWL = [1 + 0.2\text{sen}^2(2\emptyset)] \times (FW(V.TRANSV)\text{sen}^2\emptyset + FW(V.LONGIT)\cos^2\emptyset) \times \cos\emptyset$.

5 DIMENSIONAMENTO DE BARRAS E CONEXÕES

NOTAS:

1 - As forças máximas indicadas são últimas, ou seja, incluem os fatores de sobrecarga especificados.

2 - Aços estruturais: ASTM/A36.
ASTM/A572, grau 50 (indicado por ASTM A572).
ASTM/A572, grau 60 (indicado por ASTM A572*).

3 - Parafusos: ASTM A394 TIPO "0".

4 - Módulo de elasticidade longitudinal:

- Perfis e chapas: 2038894 kgf/cm².

5 - Tensão de cisalhamento máxima nos parafusos: 2620 kgf/cm².

- O valor acima foi estabelecido considerando-se que os parafusos estão permanentemente submetidos a uma carga de tração de cerca de 40% de sua carga de ruptura, tração esta produzida pelo torque com que são instalados.
- Para a determinação da resistência ao cisalhamento dos parafusos, considerou-se rosca excluída da seção de corte.

6 - Tensão de esmagamento considerando bordas padrões (Fp = 1.0833 x Fu):

- Aço ASTM/A36: 4417 kgf/cm².
- Aço ASTM/A572, grau 50: 4950 kgf/cm².
- Aço ASTM/A572, grau 60: 5712 kgf/cm².

7 - Curvas de flambagem (dimensionamento à compressão): conforme "Design of Latticed Steel Transmission Structures" (Norma ASCE 10-15), itens 3.6 e 3.7.

8 - Área líquida (An) para o dimensionamento à tração:

- Cantoneiras presas em uma só aba: An = 0.90 x (Ab - Aa).
- Cantoneiras presas em ambas as abas: An = Ab - Aa.

- onde: - Ab = Área bruta.
- Aa = Área dos furos.

9 - No dimensionamento das barras e conexões (incluindo o stub, no item 7), adotou-se um coeficiente de minoração de resistências igual a 0.90, ou seja, as tensões e cargas admissíveis utilizadas foram obtidas multiplicando-se os valores limites pelo fator 0.90.

VERIFICACAO DOS PERFILADOS E LIGACOES

ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL

CONVENCOES ADOTADAS

NB = DENOMINACAO DA BARRA
HIP = HIPOTESE DE CARREGAMENTO GOVERNANTE
FMAX= ESFORCO MAXIMO (KGF)
L = COMPRIMENTO DE FLAMBAGEM CRITICO (CM)
R = RAIO DE GIRACAO CRITICO (CM)
A = AREA DA SECAO TRANSVERSAL (CM^2)
ESB = ESBELTEZ CRITICA EFETIVA
C = CURVA DO ASCE P/ CORRECAO DA ESBELTEZ
TA = TENSAO ADMISSIVEL NA BARRA (KGF/CM^2)
FA = ESFORCO ADMISSIVEL NA BARRA (KGF)
NP = NUMERO DE PARAFUSOS
D = DIAMETRO DO PARAFUSO (MM)
SD = CISALHAMENTO DUPLO NO CORPO DO PARAFUSO (SECAO DUPLA)
FCA = FORCA DE CISALHAMENTO ADMISSIVEL NA LIGACAO (KGF)
FEA = FORCA DE ESMAGAMENTO ADMISSIVEL NA LIGACAO (KGF)
EC = ESPESSURA DA CHAPA ADOTADA P/ CALCULO DE FEA (MM)
% = TAXAS MAXIMAS DE TRABALHO (%) - BARRA/LIGACAO

V E R I F I C A C A O D O S P E R F I L A D O S E L I G A C O E S

NB	HIP	FMAX	L	BITOLA	R	A	ESB	C	TA	FA	NP	D	SD	FCA	FEA/EC	%
CS1a	1R	-4751	101	1L60x60x4	1.18	4.71	94	2	1909	-8992	3	12.7		8961	6790	.53
	1	4570		ASTM-A572		3.10			3164	9795					4.0	.70
CS1b	1R	-5291	84	1L60x60x4	1.18	4.71	83	2	2150	-10127	3	12.7		8961	6790	.52
	1	5029		ASTM-A572		3.10			3164	9795					4.0	.78
CS2a	1	-5821	180	1L60x60x4	1.83	4.71	104	2	1670	-7868	3	12.7		8961	6790	.74
	1	5139		ASTM-A572		3.10			3164	9795					4.0	.86
CS2b	1R	-3594	180	1L60x60x4	1.83	4.71	104	2	1670	-7868	2	12.7		5974	4527	.46
	11De	4375		ASTM-A572		3.10			3164	9795					4.0	.97
CS3	1R	-2406	168	1L60x60x4	1.83	4.71	99	2	1795	-8454	2	12.7		5974	4527	.28
	1	2619		ASTM-A572		3.10			3164	9795					4.0	.58
CI1	1	-5360	97	1L60x60x4	1.18	4.71	91	2	1972	-9290	3	12.7		8961	6790	.58
	1	5303		ASTM-A572		3.10			3164	9795					4.0	.79
CI2a	11De	-7424	125	1L65x65x4	1.98	5.13	77	2	2179	-11179	4	12.7		11948	9054	.66
	1R	4056		ASTM-A572		3.47			3164	10991					4.0	.82
CI2b	11De	-8684	125	1L65x65x4	1.98	5.13	63	1	2403	-12325						.70
	1R	6799		ASTM-A572		3.86			3164	12212						
CI2c	11De	-9535	83	1L65x65x4	1.28	5.13	65	1	2374	-12181						.78
	3-75R	4063		ASTM-A572		3.86			3164	12212						
CI2d	11De	-10312	62	1L65x65x4	1.28	5.13	66	2	2351	-12059	5	12.7		14935	11317	.86
	10R	4522		ASTM-A572		3.47			3164	10991					4.0	.91
TM	6De	4276	234	1L45x45x3	0.88	1.97	266	4	3164	6218	3	12.7		8961	5093	.69
				ASTM-A572											3.0	.84
PM	4e	-7384	126	1L65x65x5	1.27	6.34	105	2	1651	-10465	3	12.7		8961	8488	.71
	4dR	6135		ASTM-A572		4.28			3164	13532					5.0	.87
BV1	1	-1269	50	1L60x60x4	1.18	4.71	62	2	2549	-12006	1	12.7		2987	2263	.11
	5dR	544		ASTM-A572		3.10			3164	9795					4.0	.56
BV2	6E	-1139	117	1L40x40x3	0.78	2.35	150	4	800	-1880	1	12.7		2987	1698	.61
				ASTM-A572											3.0	.67
BV3	4dR	-1518	125	1L60x60x4	1.83	4.71	94	3	1909	-8992	1	12.7		2987	2263	.19
	4e	1816		ASTM-A572		3.10			3164	9795					4.0	.80
BV4	11De	-614	53	2L60x60x4	1.18	9.42	83	3	2167	-20413	2	12.7		5974	4527	.03
	11Dd	615		ASTM-A572		6.19			3164	19590					4.0	.14
BV5	1R	-2347	110	1L45x45x4	0.88	3.49	125	4	1165	-4065	1	12.7		2987	2612	.58
				ASTM-A572							Fp=1.25Fu				4.0	.90

Nota: Se necessário por razões de detalhamento, o perfil laminado da barra BV4 poderá ser substituído por perfil em chapa dobrada de dimensão igual ou superior.

VERIFICACAO DOS PERFILADOS E LIGACOES

NB	HIP	FMAX	L	BITOLA	R	A	ESB	C	TA	FA	NP	D	SD	FCA	FEA/EC	%
BP1	1	-695	113	1L40x40x3	0.78	2.35	144	4	867	-2038	1	12.7		2987	1698	.34
	1R	593		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.41
BP2	1R	-262	50	1L50x50x3	0.99	2.96	85	3	2003	-5928	1	12.7		2987	1698	.05
	1	311		ASTM-A572		1.81			3164	5716					3.0	.18
BP3	6E	-1012	104	1L40x40x3	0.78	2.35	133	4	1022	-2401	1	12.7		2987	1698	.42
	1R	90		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.60
BP4	1R	-44	104	1L40x40x3	0.78	2.35	134	4	1011	-2377	1	12.7		2987	1698	.09
	6De	487		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.29
DP	1R	-22	125	1L50x50x3	0.99	2.96	126	4	1139	-3370	1	12.7		2987	1698	.04
	6Cd	250		ASTM-A572		1.81			3164	5716					3.0	.15
VF	5dR	-1667	162	1L45x45x3	1.36	2.66	120	3	1265	-3366	2	12.7		5974	4074	.62
	1	3839		ASTM-A572		1.97			3164	6218	Fp=1.30Fu				3.0	.94
DVa	11De	-6685	154	1L60x60x4	1.83	4.71	102	3	1708	-8046	3	12.7		8961	7208	.83
	1R	3622		ASTM-A572		3.10			3164	9795	Fp=1.15Fu				4.0	.93
DVb	1R	-1223	121	1L40x40x3	0.78	2.35	156	4	748	-1758	2	12.7		5974	3395	.70
	1	3188		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.94
DVc	1	-3117	120	1L50x50x4	0.98	3.89	123	4	1205	-4689	2	12.7		5974	4527	.66
	1R	1196		ASTM-A572		2.93			3164	9268					4.0	.69
DVd	1R	-1551	158	1L45x45x4	0.88	3.49	180	4	558	-1948	2	12.7		5974	4527	.80
	1	4041		ASTM-A572		2.57			3164	8129					4.0	.89
DV1a	5dR	-728	83	1L40x40x4	0.78	3.08	113	3	1413	-4351	2	12.7		5974	4527	.52
	1R	3652		ASTM-A572		2.20			3164	6962					4.0	.81
DV1b	4m	-1112	86	1L40x40x3	0.78	2.35	113	2	1425	-3349	1	12.7		2987	1698	.33
	4m	1112		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.66
DV1c	4m	-1026	88	1L40x40x3	0.78	2.35	115	2	1378	-3237	1	12.7		2987	1698	.32
	4m	1026		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.60
DV1d	4m	-963	87	1L40x40x3	0.78	2.35	116	3	1349	-3171	1	12.7		2987	1698	.30
	4m	963		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.57
DH1	11Dd	-1056	179	1L50x50x3	0.99	2.96	181	4	552	-1633	1	12.7		2987	1698	.65
	11De	1053		ASTM-A572		2.24			3164	7072					3.0	.62
DH2	11De	-627	104	1L40x40x3	0.78	2.35	134	4	1009	-2371	1	12.7		2987	1698	.26
	11Dd	628		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.37
DH3	11Dd	-1094	178	1L50x50x3	0.99	2.96	180	4	560	-1657	1	12.7		2987	1698	.66
	11De	1091		ASTM-A572		2.24			3164	7072					3.0	.64

VERIFICACAO DOS PERFILADOS E LIGACOES

NB	HIP	FMAX	L	BITOLA	R	A	ESB	C	TA	FA	NP	D	SD	FCA	FEA/EC	%
DH4	4d	-242	102	2L100x100x7	1.46	27.32	95	3	1972	-53885	2	12.7		5974	4039	.00
	4e	242		ASTM-A572*		20.59			3797	78162					4.0	.06
GEa	3-75	-17817	83	1L75x75x6	1.47	8.75	72	2	2759	-24139	7	12.7		20909	27422	.74
	3-75R	13411		ASTM-A572*		6.16			3797	23389					6.0	.85
GEb	3-75	-18171	166	1L75x75x6	2.28	8.75	73	1	2748	-24046						.76
	3-75R	13788		ASTM-A572*		6.85			3797	25988						
GEc	11De	-19690	166	1L75x75x6	2.28	8.75	73	1	2748	-24046	8	12.7	SD	47793	31340	.82
	4mR	14607		ASTM-A572*		6.85			3797	25988					6.0	.63
GEd	11De	-21499	78	1L75x75x6	1.47	8.75	53	1	3232	-28283	10	12.7		29870	39175	.76
	4mR	15936		ASTM-A572*		6.85			3797	25988					6.0	.72
GI1	1R	-14485	166	1L75x75x5	2.29	7.36	84	2	2256	-16604	6	12.7		17922	19587	.87
	1	15538		ASTM-A572*		5.20			3797	19724					5.0	.87
GI2	1R	-19472	94	2L60x60x5	1.54	11.64	76	2	2365	-27529	5	12.7	SD	29870	23305	.83
	1	19947		ASTM-A572		7.62			3164	24104	Fp=1.25Fu				8.0	.86
DG1	4e	-2707	105	1L40x40x4	0.78	3.08	134	4	1004	-3092	2	12.7		5974	4527	.88
	4e	2707		ASTM-A572		2.20			3164	6962					4.0	.60
DG2	4e	-2515	109	1L40x40x4	0.78	3.08	140	4	927	-2854	1	12.7		2987	2716	.88
	4e	2515		ASTM-A572		2.20			3164	6962	Fp=1.30Fu				4.0	.93
DG3	4e	-2307	111	1L40x40x4	0.78	3.08	142	4	894	-2752	1	12.7		2987	2612	.84
	4e	2307		ASTM-A572		2.20			3164	6962	Fp=1.25Fu				4.0	.88
DG4	4e	-2069	110	1L45x45x4	0.88	3.49	125	4	1158	-4042	1	12.7		2987	2612	.51
	4e	2069		ASTM-A572		2.57			3164	8129	Fp=1.25Fu				4.0	.79
BQT	4m	-14967	100	1L75x75x6	1.47	8.75	94	3	1943	-16997	6	12.7		17922	20371	.88
	4mR	12309		ASTM-A572		6.16			3164	19491					6.0	.84
BQL	4dR	-2685	150	1L50x50x3	1.52	2.96	109	3	1505	-4454	2	12.7		5974	3395	.60
	4e	3056		ASTM-A572		1.81			3164	5716					3.0	.90
DQ	4e	-3424	125	1L50x50x4	0.98	3.89	128	4	1112	-4327	2	12.7		5974	4527	.79
	4dR	2573		ASTM-A572		2.93			3164	9268					4.0	.76
M1	1	-30496	91	1L90x90x7	1.77	12.24	51	1	3270	-40031	12	12.7		35844	54845	.76
	1R	28499		ASTM-A572*		10.02			3797	38032					7.0	.85
M2	1	-32312	101	1L90x90x7	1.77	12.24	57	1	3147	-38520						.84
	1R	29908		ASTM-A572*		10.02			3797	38032						
M3	3-75	-34376	121	1L90x90x7	1.77	12.24	69	1	2861	-35022	8	12.7	SD	47793	36563	.98
	3-75R	31325		ASTM-A572*		10.02			3797	38032					7.0	.94

V E R I F I C A C A O D O S P E R F I L A D O S E L I G A C O E S

NB	HIP	FMAX	L	BITOLA	R	A	ESB	C	TA	FA	NP	D	SD	FCA	FEA/EC	%
M4	3-75	-36215	91	1L100x100x7	1.97	13.66	46	1	3129	-42744						.85
	3-75R	32683		ASTM-A572*		11.44			3797	43423						
M5	3-75	-38107	118	1L100x100x7	1.97	13.66	60	1	2885	-39413	8	12.7	SD	47793	42189	.97
	3-75R	34038		ASTM-A572*		11.44			3797	43423	Fp=1.25Fu				7.0	.90
M6	3-75	-40040	101	1L100x100x7	1.97	13.66	51	1	3045	-41595	10	12.7	SD	59741	45704	.96
	3-75R	35522		ASTM-A572*		11.44			3797	43423					7.0	.88
D1T	4d	-4209	143	1L45x45x4	1.36	3.49	113	3	1428	-4983	2	12.7		5974	4527	.84
	4d	4209		ASTM-A572		2.57			3164	8129					4.0	.93
D2T	4d	-3461	174	1L50x50x3	1.52	2.96	116	2	1348	-3991	2	12.7		5974	3918	.87
	4d	3461		ASTM-A572		2.24			3164	7072	Fp=1.25Fu				3.0	.88
D3T	4d	-2850	211	1L50x50x4	1.52	3.89	139	4	939	-3653	2	12.7		5974	4527	.78
	4d	2813		ASTM-A572		2.93			3164	9268					4.0	.63
D4T	4d	-2270	246	1L60x60x4	1.83	4.71	134	4	1001	-4717	2	12.7		5974	4527	.48
	4d	2300		ASTM-A572		3.67			3164	11603					4.0	.51
D5T	4d	-1984	307	1L65x65x4	1.98	5.13	155	4	753	-3862	2	12.7		5974	4527	.51
	4d	1909		ASTM-A572		4.05			3164	12799					4.0	.44
D6T	4d	-1592	312	1L60x60x4	1.83	4.71	170	4	623	-2935	2	12.7		5974	4527	.54
	4d	1655		ASTM-A572		3.67			3164	11603					4.0	.37
aT*	9-60	-530	263	1L50x50x3	1.52	2.96	173	4	606	-1793	1	12.7		2987	1698	.30
	9-60R	447		ASTM-A572		1.81			3164	5716					3.0	.31
D1L	4d	-4108	123	1L45x45x4	1.36	3.49	105	3	1634	-5703	2	12.7		5974	4527	.72
	4d	4108		ASTM-A572		2.57			3164	8129					4.0	.91
D2L	4d	-3379	150	1L45x45x3	1.36	2.66	113	2	1424	-3789	2	12.7		5974	3604	.89
	4d	3379		ASTM-A572		1.97			3164	6218	Fp=1.15Fu				3.0	.94
D3L	4d	-2775	181	1L45x45x4	1.36	3.49	133	4	1022	-3566	2	12.7		5974	4527	.78
	4d	2744		ASTM-A572		2.57			3164	8129					4.0	.61
D4L	4d	-2192	209	1L50x50x4	1.52	3.89	138	4	957	-3723	2	12.7		5974	4527	.59
	4d	2217		ASTM-A572		2.93			3164	9268					4.0	.49
D5L	4d	-1930	217	1L60x60x4	1.18	4.71	184	4	535	-2520	2	12.7		5974	4527	.77
	4d	1865		ASTM-A572		3.67			3164	11603					4.0	.43
D6L	4d	-1564	269	1L50x50x4	1.52	3.89	177	4	576	-2240	2	12.7		5974	4527	.70
	4d	1619		ASTM-A572		2.93			3164	9268					4.0	.36
aL*	8	-576	197	1L50x50x3	0.99	2.96	199	4	457	-1353	1	12.7		2987	1698	.43
	8R	513		ASTM-A572		1.81			3164	5716					3.0	.34

V E R I F I C A C A O D O S P E R F I L A D O S E L I G A C O E S

NB	HIP	FMAX	L	BITOLA	R	A	ESB	C	TA	FA	NP	D	SD	FCA	FEA/EC	%
ME1	3-75	-39934	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2593	-49647						.80
	3-75R	35253		ASTM-A572*		15.97			3797	60650						
ME2	3-75	-42473	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2593	-49647	10	12.7	SD	59741	65291	.86
	3-75R	37671		ASTM-A572*		15.97			3797	60650					10.0	.71
ME3	3-75	-42601	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2593	-49647	10	12.7	SD	59741	65291	.86
	3-75R	37486		ASTM-A572*		15.97			3797	60650					10.0	.71
ME4	3-75	-46395	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2593	-49647	10	12.7	SD	59741	65291	.93
	3-75R	40603		ASTM-A572*		15.97			3797	60650					10.0	.78
ME5	3-75	-47733	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2593	-49647	10	12.7	SD	59741	65291	.96
	3-75R	40893		ASTM-A572*		15.97			3797	60650					10.0	.80
DE1T	4d	-1735	424	1L65x65x4	1.98	5.13	192	5	491	-2521	2	12.7		5974	4527	.69
	4d	1792		ASTM-A572		4.05			3164	12799					4.0	.40
DE2T	4d	-1405	424	1L65x65x4	1.98	5.13	192	5	491	-2521	2	12.7		5974	4527	.56
	4d	1360		ASTM-A572		4.05			3164	12799					4.0	.31
DE3T	3-75	-1848	199	1L60x60x4	1.18	4.71	168	4	638	-3003	2	12.7		5974	4527	.62
	3-75	1806		ASTM-A572		3.10			3164	9795					4.0	.41
DE4T	3-75	-1772	298	1L60x60x4	1.83	4.71	163	4	682	-3210	2	12.7		5974	4527	.55
	3-75	1715		ASTM-A572		3.10			3164	9795					4.0	.39
DE5aT	9-60R	-1762	377	1L65x65x4	1.98	5.13	190	4	499	-2562	1	12.7		2987	2612	.69
	9-60	1854		ASTM-A572		4.05			3164	12799	Fp=1.25Fu				4.0	.71
DE5bT	9-60	-1679	222	1L75x75x5	1.48	7.36	150	4	806	-5934	1	12.7		2987	3265	.28
	9-60R	1569		ASTM-A572		5.20			3164	16437	Fp=1.25Fu				5.0	.56
DE5cT	9-60	-4653	371	1L75x75x6	2.28	8.75	163	4	683	-5974	2	12.7		5974	6362	.78
	9-60	4600		ASTM-A572		7.02			3164	22203					6.3	.78
DE1L	4d	-1725	376	1L60x60x4	1.83	4.71	185	5	527	-2484	2	12.7		5974	4527	.69
	4d	1776		ASTM-A572		3.67			3164	11603					4.0	.39
DE2L	4d	-1392	376	1L60x60x4	1.83	4.71	185	5	527	-2484	2	12.7		5974	4527	.56
	4d	1353		ASTM-A572		3.67			3164	11603					4.0	.31
DE3L	8	-2152	180	1L50x50x5	0.97	4.80	185	4	527	-2531	2	12.7		5974	5659	.85
	8	2114		ASTM-A572		2.89			3164	9147					5.0	.38
DE4L	8	-2227	270	1L60x60x4	1.83	4.71	147	4	834	-3928	2	12.7		5974	4527	.57
	8R	2176		ASTM-A572		3.10			3164	9795					4.0	.49
DE5aL	8R	-2422	347	1L65x65x5	1.98	6.34	175	4	590	-3743	1	12.7		2987	3265	.65
	8	2494		ASTM-A572		4.99			3164	15793	Fp=1.25Fu				5.0	.83

VERIFICACAO DOS PERFILADOS E LIGACOES

NB	HIP	FMAX	L	BITOLA	R	A	ESB	C	TA	FA	NP	D	SD	FCA	FEA/EC	%
DE5bL	8	-1854	166	1L60x60x4	1.18	4.71	141	4	911	-4292	1	12.7		2987	2612	.43
	8R	1779		ASTM-A572		3.10			3164	9795	Fp=1.25Fu				4.0	.71
DE5cL	8R	-6339	343	1L75x75x7	2.27	10.12	151	4	792	-8013	3	12.7		8961	9543	.79
	8R	6301		ASTM-A572		8.11			3164	25652					6.3	.71
ME6	3-75	-42910	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2593	-49647						.86
	3-75R	37341		ASTM-A572*		15.97			3797	60650						
ME7	3-75	-45528	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2593	-49647	10	12.7	SD	59741	65291	.92
	3-75R	39697		ASTM-A572*		15.97			3797	60650					10.0	.76
ME8	3-75	-45838	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2593	-49647	10	12.7	SD	59741	65291	.92
	3-75R	39528		ASTM-A572*		15.97			3797	60650					10.0	.77
DE6T	3-75	-1733	478	1L75x75x5	2.29	7.36	188	5	514	-3782	2	12.7		5974	5659	.46
	3-75	1682		ASTM-A572		5.91			3164	18697					5.0	.31
DE7T	3-75	-1384	478	1L75x75x5	2.29	7.36	188	5	514	-3782	2	12.7		5974	5659	.37
	3-75	1425		ASTM-A572		5.91			3164	18697					5.0	.25
DE8aT	9-60	-2479	287	1L60x60x4	1.83	4.71	157	4	734	-3459	1	12.7		2987	2612	.72
	9-60	2590		ASTM-A572		3.67			3164	11603	Fp=1.25Fu				4.0	.99
DE8bT	9-60	-2368	204	1L65x65x4	1.28	5.13	159	4	715	-3667	1	12.7		2987	2612	.65
	9-60	2267		ASTM-A572		3.47			3164	10991	Fp=1.25Fu				4.0	.91
DE8cT	9-60	-4518	222	1L75x75x5	1.48	7.36	150	4	806	-5936	2	12.7		5974	5659	.76
	9-60	4557		ASTM-A572		5.91			3164	18697					5.0	.81
DE6L	8	-2025	411	1L65x65x5	1.98	6.34	187	5	519	-3291	2	12.7		5974	5659	.62
	8	1981		ASTM-A572		4.99			3164	15793					5.0	.36
DE7L	8	-1630	411	1L65x65x4	1.98	5.13	187	5	519	-2663	2	12.7		5974	4527	.61
	8	1665		ASTM-A572		4.05			3164	12799					4.0	.37
DE8aL	8R	-3067	238	1L60x60x4	1.83	4.71	130	4	1073	-5054	2	12.7		5974	4527	.61
	8	3142		ASTM-A572		3.67			3164	11603					4.0	.69
DE8bL	8	-2604	153	1L50x50x4	0.98	3.89	156	4	745	-2898	1	12.7		2987	2674	.90
	8R	2542		ASTM-A572		2.36			3164	7460	Fp=1.28Fu				4.0	.97
DE8cL	8R	-5840	194	1L75x75x5	1.48	7.36	131	4	1051	-7736	2	12.7		5974	6529	.75
	8R	5865		ASTM-A572		5.91			3164	18697	Fp=1.25Fu				5.0	.98
ME9	3-75	-39953	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2593	-49647	10	12.7	SD	59741	65291	.80
	3-75R	35301		ASTM-A572*		15.97			3797	60650					10.0	.67
ME10	3-75	-43314	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2593	-49647						.87
	3-75R	38139		ASTM-A572*		15.97			3797	60650						

VERIFICACAO DOS PERFILADOS E LIGACOES

NB	HIP	FMAX	L	BITOLA	R	A	ESB	C	TA	FA	NP	D	SD	FCA	FEA/EC	%
ME11	3-75	-43892	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2593	-49647	10	12.7	SD	59741	65291	.88
	3-75R	38112		ASTM-A572*		15.97			3797	60650					10.0	.73
DE9T	4d	-2135	184	1L60x60x4	1.18	4.71	156	4	745	-3507	2	12.7		5974	4527	.61
	4d	2184		ASTM-A572		3.10			3164	9795					4.0	.48
DE10T	3-75	-1487	437	1L65x65x4	1.98	5.13	197	5	467	-2395	2	12.7		5974	4527	.62
	3-75	1390		ASTM-A572		4.05			3164	12799					4.0	.33
DE11aT	9-60	-1331	287	1L50x50x4	1.52	3.89	189	4	507	-1971	1	12.7		2987	2612	.68
	9-60	1405		ASTM-A572		2.93			3164	9268	Fp=1.25Fu				4.0	.54
DE11bT	9-60	-1285	177	1L60x60x4	1.18	4.71	150	4	809	-3808	1	12.7		2987	2612	.34
	9-60	1217		ASTM-A572		3.10			3164	9795	Fp=1.25Fu				4.0	.49
DE11cT	9-60	-3779	186	1L65x65x5	1.27	6.34	146	4	847	-5372	2	12.7		5974	5659	.70
	9-60	3696		ASTM-A572		4.99			3164	15793					5.0	.67
DE9L	4d	-2230	171	1L60x60x4	1.18	4.71	145	4	866	-4078	2	12.7		5974	4527	.55
	4d	2276		ASTM-A572		3.67			3164	11603					4.0	.50
DE10L	8	-1649	384	1L60x60x4	1.83	4.71	189	5	508	-2394	2	12.7		5974	4527	.69
	8	1563		ASTM-A572		3.67			3164	11603					4.0	.36
DE11aL	8R	-1610	238	1L50x50x3	1.52	2.96	156	4	740	-2191	1	12.7		2987	1959	.73
	8	1661		ASTM-A572		2.24			3164	7072	Fp=1.25Fu				3.0	.85
DE11bL	8	-1377	132	1L50x50x3	0.99	2.96	134	4	1012	-2995	1	12.7		2987	1959	.46
	8R	1335		ASTM-A572		1.81			3164	5716	Fp=1.25Fu				3.0	.70
DE11cL	8R	-4953	172	1L65x65x5	1.27	6.34	135	4	991	-6285	2	12.7		5974	5659	.79
	8R	4895		ASTM-A572		4.99			3164	15793					5.0	.88
ME12	3-75	-40131	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2593	-49647						.81
	3-75R	35300		ASTM-A572*		15.97			3797	60650						
ME13	3-75	-42334	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2593	-49647	10	12.7	SD	59741	65291	.85
	3-75R	36707		ASTM-A572*		15.97			3797	60650					10.0	.71
DE12T	4d	-1731	424	1L65x65x4	1.98	5.13	192	5	491	-2521	2	12.7		5974	4527	.69
	4d	1788		ASTM-A572		4.05			3164	12799					4.0	.39
DE13aT	4d	-1102	287	1L50x50x3	1.52	2.96	189	4	507	-1500	1	12.7		2987	1959	.73
	3-75	1212		ASTM-A572		2.24			3164	7072	Fp=1.25Fu				3.0	.62
DE13bT	3-75	-1300	299	1L50x50x4	1.52	3.89	197	4	468	-1821	1	12.7		2987	2612	.71
	3-75	1123		ASTM-A572		2.36			3164	7460	Fp=1.25Fu				4.0	.50
DE13cT	3-75	-3364	160	1L60x60x4	1.18	4.71	136	4	983	-4632	2	12.7		5974	4527	.73
	3-75	3364		ASTM-A572		3.10			3164	9795					4.0	.74

VERIFICACAO DOS PERFILADOS E LIGACOES

NB	HIP	FMAX	L	BITOLA	R	A	ESB	C	TA	FA	NP	D	SD	FCA	FEA/EC	%
DE12L	4d	-1740	376	1L60x60x4	1.83	4.71	185	5	527	-2484	2	12.7		5974	4527	.70
	4d	1790		ASTM-A572		3.67			3164	11603					4.0	.40
DE13aL	8R	-1143	238	1L50x50x3	1.52	2.96	156	4	740	-2191	1	12.7		2987	1959	.52
	8	1210		ASTM-A572		2.24			3164	7072	Fp=1.25Fu				3.0	.62
DE13bL	8	-1271	224	1L50x50x3	1.52	2.96	147	4	832	-2464	1	12.7		2987	1959	.52
	8R	1168		ASTM-A572		1.81			3164	5716	Fp=1.25Fu				3.0	.65
DE13cL	8R	-4368	156	1L65x65x4	1.28	5.13	122	4	1211	-6213	2	12.7		5974	4527	.70
	8R	4368		ASTM-A572		4.05			3164	12799					4.0	.96
MP	3-75	-47791	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2588	-49553	10	12.7	SD	59741	65291	.96
	3-75R	40849		ASTM-A572*		15.97			3797	60650					10.0	.80
MP	3-75	-47791	152	1L100x100x10	1.95	19.15	78	1	2588	-49553	20	12.7		59741	130582	.96
	3-75R	40849		ASTM-A572*		15.97			3797	60650					10.0	.80
aT	9-60	-625	263	1L50x50x3	1.52	2.96	173	4	604	-1789	1	12.7		2987	1698	.35
	9-60R	543		ASTM-A572		2.24			3164	7072					3.0	.37
bT	9-60	-173	255	1L45x45x3	1.36	2.66	188	4	515	-1369	1	12.7		2987	1698	.13
	9-60	172		ASTM-A572		1.97			3164	6218					3.0	.10
cT	9-60	-178	223	1L40x40x3	1.21	2.35	184	4	533	-1252	1	12.7		2987	1698	.14
	9-60	179		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.11
dT	9-60	-217	224	1L40x40x3	1.21	2.35	185	4	528	-1241	1	12.7		2987	1698	.17
	9-60	216		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.13
eT	9-60	-215	184	1L50x50x3	0.99	2.96	186	4	524	-1551	1	12.7		2987	1698	.14
	9-60	217		ASTM-A572		2.24			3164	7072					3.0	.13
fT	9-60	-295	197	1L40x40x3	1.21	2.35	163	4	683	-1604	1	12.7		2987	1698	.18
	9-60	293		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.17
gT	9-60	-274	144	1L40x40x3	0.78	2.35	185	4	531	-1248	1	12.7		2987	1698	.22
	9-60	276		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.16
hT	9-60	-456	174	1L45x45x3	0.88	2.66	198	4	463	-1231	1	12.7		2987	1698	.37
	9-60	453		ASTM-A572		1.97			3164	6218					3.0	.27
aL	8	-686	197	1L50x50x3	0.99	2.96	199	4	457	-1353	1	12.7		2987	1698	.51
	8R	624		ASTM-A572		2.24			3164	7072					3.0	.40
bL	8R	-216	216	1L40x40x3	1.21	2.35	179	4	568	-1335	1	12.7		2987	1698	.16
	8R	215		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.13
cL	8R	-197	167	1L45x45x3	0.88	2.66	190	4	503	-1337	1	12.7		2987	1698	.15
	8R	198		ASTM-A572		1.97			3164	6218					3.0	.12

VERIFICACAO DOS PERFILADOS E LIGACOES

NB	HIP	FMAX	L	BITOLA	R	A	ESB	C	TA	FA	NP	D	SD	FCA	FEA/EC	%
dL	8R	-279	196	1L40x40x3	1.21	2.35	162	4	690	-1621	1	12.7		2987	1698	.17
	8R	278		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.16
eL	8R	-239	138	1L40x40x3	0.78	2.35	177	4	578	-1359	1	12.7		2987	1698	.18
	8R	240		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.14
fL	8R	-394	178	1L40x40x3	1.21	2.35	147	4	836	-1965	1	12.7		2987	1698	.20
	8R	393		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.23
gL	8R	-304	108	1L40x40x3	0.78	2.35	138	4	944	-2218	1	12.7		2987	1698	.14
	8R	305		ASTM-A572		1.69			3164	5335					3.0	.18
hL	8R	-637	165	1L45x45x3	0.88	2.66	188	4	515	-1369	1	12.7		2987	1698	.47
	8R	635		ASTM-A572		1.97			3164	6218					3.0	.38
AT	9-60	-2764	318	1L65x65x4	1.98	5.13	161	4	702	-3599	2	12.7		5974	4527	.77
	9-60R	2648		ASTM-A572		3.47			3164	10991					4.0	.61
BT	9-60	-3320	424	1L75x75x5	2.29	7.36	185	4	528	-3885	2	12.7		5974	5659	.85
	9-60	3235		ASTM-A572		5.20			3164	16437					5.0	.59
CT	9-60	-3877	184	1L65x65x4	1.28	5.13	144	4	876	-4493	2	12.7		5974	4527	.86
	9-60	3821		ASTM-A572		3.47			3164	10991					4.0	.86
DT	9-60	-4433	172	1L65x65x5	1.27	6.34	135	4	987	-6255	2	12.7		5974	5659	.71
	9-60	4408		ASTM-A572		4.28			3164	13532					5.0	.78
ET	9-60	-4990	166	1L65x65x5	1.27	6.34	131	4	1059	-6716	2	12.7		5974	5659	.74
	9-60	4994		ASTM-A572		4.28			3164	13532					5.0	.88
F1T	9-60	-4770	111	1L65x65x5	1.27	6.34	104	3	1679	-10645	3	12.7		8961	8488	.45
	9-60	4799		ASTM-A572		4.28			3164	13532					5.0	.57
F2T	9-60	-5547	161	1L65x65x5	1.27	6.34	127	4	1123	-7121	3	12.7		8961	8488	.78
	9-60	5581		ASTM-A572		4.28			3164	13532					5.0	.66
AL	8	-3309	259	1L60x60x4	1.83	4.71	142	4	902	-4250	2	12.7		5974	4527	.78
	8R	3238		ASTM-A572		3.10			3164	9795					4.0	.73
BL	8R	-4247	376	1L75x75x5	2.29	7.36	164	4	671	-4941	2	12.7		5974	5659	.86
	8R	4195		ASTM-A572		5.20			3164	16437					5.0	.75
CL	8R	-5185	171	1L65x65x5	1.27	6.34	135	4	998	-6329	2	12.7		5974	5659	.82
	8R	5152		ASTM-A572		4.28			3164	13532					5.0	.92
DL	8R	-6123	164	1L65x65x5	1.27	6.34	129	4	1085	-6880	3	12.7		8961	8488	.89
	8R	6109		ASTM-A572		4.28			3164	13532					5.0	.72
EL	8R	-7061	160	1L75x75x5	1.48	7.36	114	3	1391	-10239	3	12.7		8961	8488	.69
	8R	7067		ASTM-A572		5.20			3164	16437					5.0	.83

V E R I F I C A C A O D O S P E R F I L A D O S E L I G A C O E S

NB	* HIP *	FMAX	* L *	BITOLA	* R *	A	*ESB*	C *	TA *	FA	*NP	D	SD*	FCA	* FEA/EC*	%
F1L	8R	-6792	107	1L75x75x5	1.48	7.36	84	2	2135	-15717	3	12.7		8961	8488	.43
	8R	6814		ASTM-A572		5.20			3164	16437					5.0	.80
F2L	8R	-7999	157	1L75x75x5	1.48	7.36	110	2	1506	-11084	3	12.7		8961	8488	.72
	8R	8024		ASTM-A572		5.20			3164	16437					5.0	.95

Verificação à flexão da barra de fixação do cabo pára-raios:

* Perfil: 2L90x90x6 - ASTM A572*

A = área = 2 x 10.57 = 21.14 cm²

W = módulo de rigidez à flexão = 2 x 12.18 = 24.36 cm³

* Verificação para a hipótese 5:

fb < 9 / 21.14 + (361 + 1224) x 40.0 / 24.36 = 2603 kgf/cm² < 0.90 x 4218 = 3796 kgf/cm²

* Verificação para a hipótese 6:

fb < 32 / 21.14 + (1250 + 111) x 40.0 / 24.36 = 2236 kgf/cm² < 0.90 x 4218 = 3796 kgf/cm²

Verificação à flexão da barra DH4 (fixação para içamento/grampeamento da fase central):

* Perfil: 2L100x100x7 - ASTM A572*

A = área = 2 x 13.66 = 27.32 cm²

W = módulo de rigidez à flexão = 2 x 17.54 = 35.08 cm³

* Verificação para a hipótese 11:

fb < 1103 / 27.32 + (146 + 4117) x 102.3 / (4 x 35.08) = 3148 kgf/cm² < 0.90 x 4218 = 3796 kgf/cm²

6 CARGAS ÚLTIMAS SOBRE FUNDAÇÕES

-1-

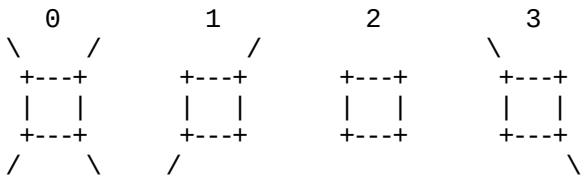
ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL

CARGAS SOBRE FUNDACAO

FORMACAO DAS EXTENSOES DE CORPO

A = EXT. 18.0m
B = EXT. 13.5m
C = EXT. 9.0m
D = EXT. 4.5m
E = EXT. 0.0m

COMBINACOES DOS PES



\+
/ -> indica pe mais alto

\+ -> indica pe mais baixo

AS CARGAS A SEGUIR APRESENTADAS NAO INCLUEM QUALQUER FATOR ADICIONAL
DE SOBRECARGA ESPECIFICO PARA FUNDACOES

6.1 CARGAS MÁXIMAS - TODAS AS ALTURAS DE TORRE

ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA OBLIQUO

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
* VM - indica forca na direcao do montante da torre.
* TM - indica forca horizontal transversal que atua com VM.
* LM - indica forca horizontal longitudinal que atua com VM.

3 - Para a forca VM, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.= 3-60	TM=	1664	VM=	-51607	LM=	882	COMB.= A0
Hip.= 9-60	TM=	2329	VM=	-35689	LM=	1307	COMB.= A1
Hip.= 8	TM=	-41	VM=	-24136	LM=	2573	COMB.= A3
Hip.= 9	TM=	2072	VM=	-37223	LM=	2003	COMB.= A1
Hip.= 3-75	TM=	1661	VM=	-51051	LM=	402	COMB.= A0
Hip.= 3-60	TM=	2198	VM=	-49417	LM=	1150	COMB.= A1
Hip.= 3-75	TM=	2191	VM=	-49444	LM=	544	COMB.= A1
Hip.= 3-60	TM=	1481	VM=	-49147	LM=	767	COMB.= B0
Hip.= 3	TM=	1450	VM=	-48604	LM=	1359	COMB.= A0
Hip.= 3	TM=	1925	VM=	-46028	LM=	1762	COMB.= A1
Hip.= 3-60	TM=	2100	VM=	-46929	LM=	1065	COMB.= B1
Hip.= 3-60R	TM=	2110	VM=	-46254	LM=	1136	COMB.= A1
Hip.= 3R	TM=	1866	VM=	-42734	LM=	1746	COMB.= A1
Hip.= 3	TM=	1832	VM=	-43219	LM=	1640	COMB.= B1

CARGAS COM VERTICAL DE TRACAO

Hip.= 3-60R	TM=	1616	VM=	44913	LM=	895	COMB.= A0
Hip.= 9-60R	TM=	2234	VM=	8569	LM=	1301	COMB.= A3
Hip.= 8R	TM=	-33	VM=	18099	LM=	2518	COMB.= A1
Hip.= 9R	TM=	1959	VM=	29823	LM=	1954	COMB.= A1
Hip.= 3-75R	TM=	1619	VM=	44372	LM=	412	COMB.= A0
Hip.= 3-60R	TM=	2029	VM=	42325	LM=	1103	COMB.= A1
Hip.= 3-60R	TM=	1442	VM=	42973	LM=	791	COMB.= B0
Hip.= 3-75R	TM=	2031	VM=	42368	LM=	491	COMB.= A1
Hip.= 3-75R	TM=	1448	VM=	42919	LM=	366	COMB.= B0
Hip.= 3-75R	TM=	1938	VM=	40789	LM=	462	COMB.= B1

ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA RETANGULAR

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
* V - indica forca vertical.
* T - indica forca horizontal transversal que atua com V.
* L - indica forca horizontal longitudinal que atua com V.

3 - Para a forca V, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.= 3-60	T =	7814	V =	-51032	L =	5495	COMB.= A0
Hip.= 3-60	T =	8087	V =	-48865	L =	5567	COMB.= A1
Hip.= 3	T =	7410	V =	-45514	L =	5876	COMB.= A1
Hip.= 3-75	T =	7744	V =	-50481	L =	4965	COMB.= A0
Hip.= 3-75	T =	8083	V =	-48893	L =	4963	COMB.= A1
Hip.= 3-60	T =	7338	V =	-48599	L =	5160	COMB.= B0
Hip.= 3	T =	7242	V =	-48062	L =	5703	COMB.= A0

CARGAS COM VERTICAL DE TRACAO

Hip.= 3-60R	T =	6969	V =	44412	L =	4909	COMB.= A0
Hip.= 3-75R	T =	7080	V =	41895	L =	4277	COMB.= A1
Hip.= 3R	T =	6399	V =	38363	L =	5184	COMB.= A1
Hip.= 3-60R	T =	7072	V =	41853	L =	4885	COMB.= A1
Hip.= 3-75R	T =	6907	V =	43877	L =	4378	COMB.= A0
Hip.= 3-60R	T =	6563	V =	42493	L =	4632	COMB.= B0
Hip.= 3-75R	T =	6562	V =	42440	L =	4202	COMB.= B0

6.2 CARGAS MÁXIMAS - TORRE COM EXTENSÃO 18.0m

ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL - EXT. 18.0m

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA OBLIQUO

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
* VM - indica forca na direcao do montante da torre.
* TM - indica forca horizontal transversal que atua com VM.
* LM - indica forca horizontal longitudinal que atua com VM.

3 - Para a forca VM, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.=	3-60	TM=	1664	VM=	-51607	LM=	882	COMB.= A0
Hip.=	9-60	TM=	2329	VM=	-35689	LM=	1307	COMB.= A1
Hip.=	8	TM=	-41	VM=	-24136	LM=	2573	COMB.= A3
Hip.=	9	TM=	2072	VM=	-37223	LM=	2003	COMB.= A1
Hip.=	3-75	TM=	1661	VM=	-51051	LM=	402	COMB.= A0
Hip.=	3-60	TM=	2198	VM=	-49417	LM=	1150	COMB.= A1
Hip.=	3-75	TM=	2191	VM=	-49444	LM=	544	COMB.= A1
Hip.=	3	TM=	1450	VM=	-48604	LM=	1359	COMB.= A0
Hip.=	3	TM=	1925	VM=	-46028	LM=	1762	COMB.= A1
Hip.=	3-60R	TM=	2110	VM=	-46254	LM=	1136	COMB.= A1
Hip.=	3R	TM=	1866	VM=	-42734	LM=	1746	COMB.= A1

CARGAS COM VERTICAL DE TRACAO

Hip.=	3-60R	TM=	1616	VM=	44913	LM=	895	COMB.= A0
Hip.=	9-60R	TM=	2234	VM=	8569	LM=	1301	COMB.= A3
Hip.=	8R	TM=	-33	VM=	18099	LM=	2518	COMB.= A1
Hip.=	9R	TM=	1959	VM=	29823	LM=	1954	COMB.= A1
Hip.=	3-75R	TM=	1619	VM=	44372	LM=	412	COMB.= A0
Hip.=	3-60R	TM=	2029	VM=	42325	LM=	1103	COMB.= A1
Hip.=	3-75R	TM=	2031	VM=	42368	LM=	491	COMB.= A1
Hip.=	3R	TM=	1415	VM=	41784	LM=	1373	COMB.= A0
Hip.=	3-75R	TM=	1087	VM=	42710	LM=	281	COMB.= A3
Hip.=	3-60	TM=	1660	VM=	41372	LM=	896	COMB.= A0

ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL - EXT. 18.0m

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA RETANGULAR

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
* V - indica forca vertical.
* T - indica forca horizontal transversal que atua com V.
* L - indica forca horizontal longitudinal que atua com V.

3 - Para a forca V, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.=	3-60	T =	7814	V =	-51032	L =	5495	COMB.= A0
Hip.=	3-60	T =	8087	V =	-48865	L =	5567	COMB.= A1
Hip.=	3	T =	7410	V =	-45514	L =	5876	COMB.= A1
Hip.=	3-75	T =	7744	V =	-50481	L =	4965	COMB.= A0
Hip.=	3-75	T =	8083	V =	-48893	L =	4963	COMB.= A1
Hip.=	3-60R	T =	7435	V =	-48233	L =	5242	COMB.= A0
Hip.=	3	T =	7242	V =	-48062	L =	5703	COMB.= A0

CARGAS COM VERTICAL DE TRACAO

Hip.=	3-60R	T =	6969	V =	44412	L =	4909	COMB.= A0
Hip.=	3-75R	T =	7080	V =	41895	L =	4277	COMB.= A1
Hip.=	3R	T =	6399	V =	38363	L =	5184	COMB.= A1
Hip.=	3-60R	T =	7072	V =	41853	L =	4885	COMB.= A1
Hip.=	3-75R	T =	6907	V =	43877	L =	4378	COMB.= A0
Hip.=	3-60R	T =	6169	V =	42191	L =	4417	COMB.= A3
Hip.=	3-75R	T =	6176	V =	42233	L =	4099	COMB.= A3
Hip.=	3-60	T =	6590	V =	40911	L =	4594	COMB.= A0

6.3 CARGAS MÁXIMAS - TORRE COM EXTENSÃO 13.5m

ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL - EXT. 13.5m

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA OBLIQUO

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
* VM - indica forca na direcao do montante da torre.
* TM - indica forca horizontal transversal que atua com VM.
* LM - indica forca horizontal longitudinal que atua com VM.

3 - Para a forca VM, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.=	3-60	TM=	1481	VM=	-49147	LM=	767	COMB.= B0
Hip.=	9-60	TM=	2151	VM=	-33073	LM=	1194	COMB.= B1
Hip.=	8	TM=	-31	VM=	-21928	LM=	2372	COMB.= B3
Hip.=	9	TM=	1915	VM=	-34216	LM=	1837	COMB.= B1
Hip.=	3-75	TM=	1481	VM=	-49077	LM=	346	COMB.= B0
Hip.=	3-75	TM=	2096	VM=	-47461	LM=	500	COMB.= B1
Hip.=	3-60	TM=	2100	VM=	-46929	LM=	1065	COMB.= B1
Hip.=	3-60R	TM=	1438	VM=	-46420	LM=	770	COMB.= B0
Hip.=	3	TM=	1287	VM=	-45831	LM=	1188	COMB.= B0
Hip.=	3	TM=	1832	VM=	-43219	LM=	1640	COMB.= B1
Hip.=	3-60R	TM=	1997	VM=	-43818	LM=	1051	COMB.= B1
Hip.=	3R	TM=	1764	VM=	-39960	LM=	1623	COMB.= B1

CARGAS COM VERTICAL DE TRACAO

Hip.=	3-60R	TM=	1442	VM=	42973	LM=	791	COMB.= B0
Hip.=	9-60	TM=	2072	VM=	4680	LM=	1199	COMB.= B3
Hip.=	8R	TM=	-24	VM=	16236	LM=	2333	COMB.= B1
Hip.=	9R	TM=	1850	VM=	97	LM=	1833	COMB.= B3
Hip.=	3-75R	TM=	1448	VM=	42919	LM=	366	COMB.= B0
Hip.=	3-75R	TM=	1938	VM=	40789	LM=	462	COMB.= B1
Hip.=	3-60R	TM=	1930	VM=	40242	LM=	1034	COMB.= B1
Hip.=	3-75R	TM=	862	VM=	41196	LM=	227	COMB.= B3
Hip.=	1R	TM=	1425	VM=	40053	LM=	-7	COMB.= B0
Hip.=	1R	TM=	1909	VM=	38457	LM=	15	COMB.= B3

ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL - EXT. 13.5m

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA RETANGULAR

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
* V - indica forca vertical.
* T - indica forca horizontal transversal que atua com V.
* L - indica forca horizontal longitudinal que atua com V.

3 - Para a forca V, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.=	3-60	T =	7338	V =	-48599	L =	5160	COMB.= B0
Hip.=	3-75	T =	7751	V =	-46931	L =	4742	COMB.= B1
Hip.=	3	T =	6983	V =	-42737	L =	5503	COMB.= B1
Hip.=	3-60	T =	7692	V =	-46406	L =	5260	COMB.= B1
Hip.=	3-75	T =	7329	V =	-48529	L =	4733	COMB.= B0
Hip.=	3-60R	T =	6970	V =	-45902	L =	4919	COMB.= B0
Hip.=	3	T =	6748	V =	-45319	L =	5284	COMB.= B0

CARGAS COM VERTICAL DE TRACAO

Hip.=	3-60R	T =	6563	V =	42493	L =	4632	COMB.= B0
Hip.=	3-75R	T =	6798	V =	40334	L =	4108	COMB.= B1
Hip.=	3R	T =	6021	V =	35968	L =	4862	COMB.= B1
Hip.=	3-60R	T =	6725	V =	39793	L =	4630	COMB.= B1
Hip.=	3-75R	T =	6562	V =	42440	L =	4202	COMB.= B0
Hip.=	3-75R	T =	5772	V =	40736	L =	3909	COMB.= B3
Hip.=	1R	T =	6198	V =	39606	L =	-3587	COMB.= B0

6.4 CARGAS MÁXIMAS - TORRE COM EXTENSÃO 9.0m

ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL - EXT. 9.0m

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA OBLIQUO

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
* VM - indica forca na direcao do montante da torre.
* TM - indica forca horizontal transversal que atua com VM.
* LM - indica forca horizontal longitudinal que atua com VM.

3 - Para a forca VM, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.=	3-75	TM=	1339	VM=	-46916	LM=	311	COMB.= C0
Hip.=	3-75	TM=	1882	VM=	-45352	LM=	449	COMB.= C1
Hip.=	8	TM=	-64	VM=	-19563	LM=	1988	COMB.= C3
Hip.=	9	TM=	1660	VM=	-31138	LM=	1564	COMB.= C1
Hip.=	3-60	TM=	1329	VM=	-46389	LM=	673	COMB.= C0
Hip.=	3-60	TM=	1867	VM=	-44272	LM=	917	COMB.= C1
Hip.=	1	TM=	1316	VM=	-44534	LM=	3	COMB.= C0
Hip.=	3-60R	TM=	1277	VM=	-43770	LM=	672	COMB.= C0
Hip.=	3	TM=	1611	VM=	-40172	LM=	1386	COMB.= C1
Hip.=	3-60R	TM=	1742	VM=	-41233	LM=	893	COMB.= C1
Hip.=	3R	TM=	1525	VM=	-36964	LM=	1360	COMB.= C1

CARGAS COM VERTICAL DE TRACAO

Hip.=	3-75R	TM=	1271	VM=	41262	LM=	310	COMB.= C0
Hip.=	9-60R	TM=	1737	VM=	8291	LM=	1021	COMB.= C3
Hip.=	8R	TM=	-48	VM=	14344	LM=	1906	COMB.= C1
Hip.=	9R	TM=	1537	VM=	701	LM=	1554	COMB.= C3
Hip.=	3-60R	TM=	1254	VM=	40717	LM=	676	COMB.= C0
Hip.=	3-75R	TM=	1653	VM=	39224	LM=	368	COMB.= C1
Hip.=	3-75R	TM=	769	VM=	39555	LM=	192	COMB.= C3
Hip.=	1R	TM=	1256	VM=	38896	LM=	2	COMB.= C0
Hip.=	3-60R	TM=	1625	VM=	38127	LM=	843	COMB.= C1
Hip.=	1R	TM=	1638	VM=	37361	LM=	32	COMB.= C3

ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL - EXT. 9.0m

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA RETANGULAR

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
* V - indica forca vertical.
* T - indica forca horizontal transversal que atua com V.
* L - indica forca horizontal longitudinal que atua com V.

3 - Para a forca V, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.=	3-75	T =	6930	V =	-46393	L =	4504	COMB.= C0
Hip.=	3-75	T =	7286	V =	-44846	L =	4502	COMB.= C1
Hip.=	3	T =	6398	V =	-39724	L =	4977	COMB.= C1
Hip.=	3-60	T =	7143	V =	-43778	L =	4874	COMB.= C1
Hip.=	3-60	T =	6857	V =	-45871	L =	4819	COMB.= C0
Hip.=	1	T =	6623	V =	-44037	L =	3983	COMB.= C0
Hip.=	3-60R	T =	6493	V =	-43281	L =	4584	COMB.= C0

CARGAS COM VERTICAL DE TRACAO

Hip.=	3-75R	T =	6188	V =	40802	L =	3997	COMB.= C0
Hip.=	3-75R	T =	6327	V =	38787	L =	3874	COMB.= C1
Hip.=	3R	T =	5429	V =	33471	L =	4341	COMB.= C1
Hip.=	3-60R	T =	6106	V =	40262	L =	4315	COMB.= C0
Hip.=	3-60R	T =	6168	V =	37702	L =	4251	COMB.= C1
Hip.=	3-75R	T =	5483	V =	39113	L =	3727	COMB.= C3
Hip.=	1R	T =	5891	V =	38462	L =	-3474	COMB.= C0
Hip.=	1R	T =	5891	V =	38460	L =	3474	COMB.= C0

6.5 CARGAS MÁXIMAS - TORRE COM EXTENSÃO 4.5m

ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL - EXT. 4.5m

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA OBLIQUO

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
* VM - indica forca na direcao do montante da torre.
* TM - indica forca horizontal transversal que atua com VM.
* LM - indica forca horizontal longitudinal que atua com VM.

3 - Para a forca VM, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.=	3-75	TM=	1210	VM=	-45098	LM=	265	COMB.= D0
Hip.=	3-75	TM=	1695	VM=	-43633	LM=	380	COMB.= D1
Hip.=	8	TM=	-51	VM=	-17806	LM=	1663	COMB.= D3
Hip.=	9	TM=	1411	VM=	-28673	LM=	1306	COMB.= D1
Hip.=	3-60	TM=	1196	VM=	-44131	LM=	581	COMB.= D0
Hip.=	1	TM=	1191	VM=	-43112	LM=	-5	COMB.= D0
Hip.=	1	TM=	1190	VM=	-43111	LM=	5	COMB.= D0
Hip.=	3-60	TM=	1673	VM=	-42137	LM=	776	COMB.= D1
Hip.=	1	TM=	1672	VM=	-42138	LM=	47	COMB.= D1
Hip.=	3	TM=	1428	VM=	-37797	LM=	1175	COMB.= D1
Hip.=	3-60R	TM=	1531	VM=	-39133	LM=	751	COMB.= D1
Hip.=	3R	TM=	1332	VM=	-34598	LM=	1147	COMB.= D1

CARGAS COM VERTICAL DE TRACAO

Hip.=	3-75R	TM=	1153	VM=	39831	LM=	279	COMB.= D0
Hip.=	3-75	TM=	1570	VM=	27080	LM=	388	COMB.= D3
Hip.=	8R	TM=	-35	VM=	12716	LM=	1600	COMB.= D1
Hip.=	9R	TM=	1312	VM=	1091	LM=	1296	COMB.= D3
Hip.=	4d	TM=	1449	VM=	3993	LM=	1144	COMB.= D3
Hip.=	3-60R	TM=	1131	VM=	38846	LM=	600	COMB.= D0
Hip.=	3-75R	TM=	1475	VM=	37729	LM=	319	COMB.= D1
Hip.=	1R	TM=	1144	VM=	37861	LM=	-4	COMB.= D0
Hip.=	1R	TM=	1144	VM=	37860	LM=	4	COMB.= D0
Hip.=	1R	TM=	1470	VM=	36248	LM=	22	COMB.= D3
Hip.=	1R	TM=	1469	VM=	36246	LM=	-22	COMB.= D1

ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL - EXT. 4.5m

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA RETANGULAR

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
* V - indica forca vertical.
* T - indica forca horizontal transversal que atua com V.
* L - indica forca horizontal longitudinal que atua com V.

3 - Para a forca V, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.=	3-75	T =	6584	V =	-44595	L =	4295	COMB.= D0
Hip.=	3-75	T =	6895	V =	-43146	L =	4279	COMB.= D1
Hip.=	3	T =	5932	V =	-37376	L =	4553	COMB.= D1
Hip.=	3-60	T =	6694	V =	-41667	L =	4542	COMB.= D1
Hip.=	3-60	T =	6455	V =	-43639	L =	4526	COMB.= D0
Hip.=	1	T =	6328	V =	-42631	L =	3848	COMB.= D0
Hip.=	1	T =	6328	V =	-42630	L =	-3848	COMB.= D0
Hip.=	1	T =	6693	V =	-41667	L =	3813	COMB.= D1

CARGAS COM VERTICAL DE TRACAO

Hip.=	3-75R	T =	5900	V =	39387	L =	3839	COMB.= D0
Hip.=	3-75R	T =	5971	V =	37308	L =	3691	COMB.= D1
Hip.=	3-60R	T =	5760	V =	38413	L =	4072	COMB.= D0
Hip.=	3-75R	T =	5275	V =	37732	L =	3595	COMB.= D3
Hip.=	1R	T =	5656	V =	37439	L =	-3388	COMB.= D0
Hip.=	1R	T =	5656	V =	37438	L =	3388	COMB.= D0

6.6 CARGAS MÁXIMAS - TORRE COM EXTENSÃO 0.0m

ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL - EXT. 0.0m

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA OBLIQUO

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
* VM - indica forca na direcao do montante da torre.
* TM - indica forca horizontal transversal que atua com VM.
* LM - indica forca horizontal longitudinal que atua com VM.

3 - Para a forca VM, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.=	3-75	TM=	1102	VM=	-43108	LM=	228	COMB.= E0
Hip.=	4eR	TM=	1799	VM=	-9205	LM=	-1204	COMB.= E1
Hip.=	4d	TM=	-1611	VM=	-11923	LM=	1636	COMB.= E1
Hip.=	4eR	TM=	1726	VM=	-9019	LM=	1611	COMB.= E3
Hip.=	3-75	TM=	1783	VM=	-41388	LM=	378	COMB.= E1
Hip.=	3-60	TM=	1082	VM=	-41685	LM=	500	COMB.= E0
Hip.=	1	TM=	1088	VM=	-41533	LM=	-4	COMB.= E0
Hip.=	1	TM=	1088	VM=	-41532	LM=	4	COMB.= E0
Hip.=	3-60	TM=	1743	VM=	-39402	LM=	753	COMB.= E1
Hip.=	1	TM=	1764	VM=	-40346	LM=	62	COMB.= E1
Hip.=	3	TM=	1469	VM=	-34789	LM=	1132	COMB.= E1
Hip.=	3-60R	TM=	1549	VM=	-36493	LM=	717	COMB.= E1
Hip.=	3R	TM=	1335	VM=	-31640	LM=	1090	COMB.= E1

CARGAS COM VERTICAL DE TRACAO

Hip.=	3-75R	TM=	1033	VM=	38374	LM=	241	COMB.= E0
Hip.=	4d	TM=	1923	VM=	4064	LM=	1530	COMB.= E3
Hip.=	4dR	TM=	1826	VM=	6092	LM=	1555	COMB.= E3
Hip.=	3-60R	TM=	1004	VM=	36931	LM=	519	COMB.= E0
Hip.=	1R	TM=	1030	VM=	36815	LM=	-3	COMB.= E0
Hip.=	1R	TM=	1030	VM=	36813	LM=	3	COMB.= E0
Hip.=	3-75R	TM=	1495	VM=	35962	LM=	302	COMB.= E1
Hip.=	1R	TM=	1501	VM=	34932	LM=	25	COMB.= E3
Hip.=	1R	TM=	1501	VM=	34931	LM=	-25	COMB.= E1

ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL - EXT. 0.0m

RESUMO DAS CARGAS ULTIMAS MAXIMAS SOBRE FUNDACOES - SISTEMA RETANGULAR

NOTAS :

1 - Cargas em (kgf).

2 - Sistema de referencia :
* V - indica forca vertical.
* T - indica forca horizontal transversal que atua com V.
* L - indica forca horizontal longitudinal que atua com V.

3 - Para a forca V, o sinal "-" indica forca de compressao.

4 - As cargas sao ultimas (incluem os fatores de sobrecarga especificados para o calculo da estrutura, mas nao incluem qualquer fator adicional de sobrecarga especifico para fundacoes).

CARGAS COM VERTICAL DE COMPRESSAO

Hip.=	3-75	T =	6239	V =	-42627	L =	4081	COMB.= E0
Hip.=	3-75	T =	6715	V =	-40926	L =	4077	COMB.= E1
Hip.=	3-60	T =	6439	V =	-38963	L =	4275	COMB.= E1
Hip.=	3-60	T =	6050	V =	-41220	L =	4226	COMB.= E0
Hip.=	1	T =	6037	V =	-41069	L =	3708	COMB.= E0
Hip.=	1	T =	6037	V =	-41069	L =	-3708	COMB.= E0
Hip.=	1	T =	6572	V =	-39896	L =	3668	COMB.= E1

CARGAS COM VERTICAL DE TRACAO

Hip.=	3-75R	T =	5606	V =	37946	L =	3671	COMB.= E0
Hip.=	3-75R	T =	5780	V =	35561	L =	3516	COMB.= E1
Hip.=	3-60R	T =	5405	V =	36519	L =	3819	COMB.= E0
Hip.=	1R	T =	5417	V =	36404	L =	-3294	COMB.= E0
Hip.=	1R	T =	5417	V =	36402	L =	3293	COMB.= E0

7 CÁLCULO DO STUB

ISA CTEEP - LT 345 kV C.S. - TORRE TIPO I3SL

CALCULO DO STUB

NOTA: Calculo de acordo com o ASCE 10-15, itens 7.4.1 e 7.6.2

---

1 - ESFORCOS MAXIMOS

Cargas ultimas (x 1.10)

Hip.	Com Compressao	Com Tracao
VM	56768 kgf	49404 kgf
TM	1830 kgf	1778 kgf
LM	970 kgf	985 kgf

As cargas acima incluem um coeficiente adicional de sobrecarga de 1.10, especifico para o calculo de fundacoes

2 - CARACTERISTICAS DO CONCRETO

f`c = Resistencia a compressao do concreto (28 dias) = 200 kgf/cm²

3 - STUB

L100x100x10 - ASTM-A572*

Comprimento engastado = 140.0 cm

Ab = Area bruta da secao transversal = 19.15 cm²

An = Area liquida da secao transversal = 15.97 cm²

$$A = (VM + ((TM + LM)^2 + 2\,1/2\,/0.75))/(0.90 \times Fy)$$

Com Compressao A = 15.68 cm² < Ab

Com Tracao A = 13.73 cm² < An

4 - ALETAS

10 L100x100x8 - ASTM-A572*

B = 7.80 cm

t = 0.80 cm

k = 2.00 cm

$$a = t \times (Fy / (1.19 \times f`c))^{1/2} = 3.37 \text{ cm}$$

Ar = (k + a / 2) x B = 28.73 cm²

Fr = 0.90 x Ar x 1.19 x f`c = 6155 kgf

3 Parafusos 12.7 por aleta

fv = Fr / (3 x 1.27) = 1615 kgf/cm²

fp1 = 2 x Fr / (3 x 1.27 x 1.000) = 3231 kgf/cm²

fp2 = Fr / (3 x 1.27 x 0.80) = 2019 kgf/cm²

Coeficiente de seguranca adicional = 10 x Fr / 56768 = 1.08 > 1.0

VISTA B

VISTA C

L 75x75x5 (2812) (ASTM A572, grau 50)

L 45x45x5 (2812) (ASTM A572, grau 50)

PAINÉIS ⓘ e NÍVEIS i DE VENTO

15700 (Ver nota 7) (CONDIÇÃO EDS: 15621 a 15646)

15700 (Ver nota 7) (CONDIÇÃO EDS: 15621 a 15646)

CORTE AA

CORTE DD

CORTE EE

CORTE FF

CORTE GG

CORTE HH

CORTE II

6505 (CONDIÇÃO EDS: 6502 a 6504)

6505 (CONDIÇÃO EDS: 6502 a 6504)

4150 (CONDIÇÃO EDS: 4519 a 4448)

3450 (CONDIÇÃO EDS: 3653 a 3597)

DESLOCAMENTOS NA CONDIÇÃO EDS

21750 (Tronco Superior)

15650 (Tronco Inferior)

37400

37152

49400

12200

37907

26043

15550 (Tronco Inferior)

3650

6000 (Extensão 1.5m)

6000 (Extensão 3.0m)

6000 (Extensão 4.5m)

6000 (Extensão 6.0m)

26.00°

32.60°

20.00°

H=25.5m

H=27.0m

H=28.5m

H=30.0m

H=31.5m

H=33.0m

H=34.5m

H=36.0m

H=37.5m

11402

33967

39781

10022

17970

17970

NOTAS

1– Dimensões em mm.
2– Materiais utilizados p/ perfis e chapas:
   a) ASTM A36 e A572 grau 50, para chapas;
   b) ASTM A572, grau 50 e grau 60, para perfis.
3– Barra redundante (em aço ASTM A572, grau 50):
   ● L 40x40x3
4– Estais (E–2 e E–3):
   a) #1 1/8" (37 fios);
   b) Carga de ruptura mínima = 70000 kgf.
5– Cabo de interligação dos Mastros (E–1):
   a) #5/8" (19 fios);
   b) Carga de ruptura mínima = 21000 kgf.
6– Cabo de Suspensão das Fases (E–4 e E–5):
   a) #1 3/16" (37 fios);
   b) Carga de ruptura mínima = 78000 kgf.
7– A distância de 15700 mm, entre o eixo da estrutura e o ponto superior do mastro, corresponde à metade do comprimento teórico indeformado do cabo de interligação dos mastros (cabo E–1). Antes da fixação dos cabos pára-raios e condutores à torre, mas após o pré–tensionamento dos estais com carga equivalente a 8% de sua carga de ruptura (~5600 kgf), esta distância aumentará em cerca de 34 mm.
8– A condição EDS considerada neste desenho corresponde à hipótese de carga G1/G1R (ver Cálculo Estrutural ENGETOWER nº 267.67–C2001).
9– Para verificação dos espaçamentos elétricos na silhueta da torre, ver desenho ENGETOWER nº 267.67–D2000/2.
10– O desnivelamento máximo considerado para os mastros é de 6.0m.

REV.	DESCRIÇÃO	FEITO DATA	VERIF. DATA	VISTO P. DATA	APROV. DATA
01	EMISSÃO INICIAL	FGS 11/08/22	RCM 11/08/22	PRRLS 11/08/22	

PROJETO ESTRUTURAL: engetower

CLIENTE: cobra isa CTEEP

FEITO	FGS 11.08.22
VERIFICADO	RCM 11.08.22
VISTO PROJETO	/ /
APROVADO	PRRLS 11.08.22
O.S. ENGETOWER	1859
ESC.	1:100

TÍTULO: LEILÃO ANEEL 001/2022 – LOTE 3
LINHAS DE TRANSMISSÃO 500 kV CIRCUITO SIMPLES
CAPELINHA 3 / GOVERNADOR VALADARES 6 C1 e C2
e JOÃO NEIVA 2 / VIANA 2 C1

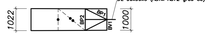
TORRE TIPO I52CRB

DESENHO DE SILHUETA

NÚMERO ENGETOWER: 267.67–D2000/1

NÚMERO CLIENTE: BR–LOT3–71450–L–00–K0030 | REV. 01

VISTA A


1022
1000
BV3
BV4
BV2
BV1
BV5
BV6
BV7
BV8
BV9
BV10
BV11
BV12
BV13
BV14
BV15
BV16
BV17
BV18
BV19
BV20
BV21
BV22
BV23
BV24
BV25
BV26
BV27
BV28
BV29
BV30
BV31
BV32
BV33
BV34
BV35
BV36
BV37
BV38
BV39
BV40
BV41
BV42
BV43
BV44