

ENTIDADE: FINERGE S.A.

ANTEPROJETO DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA DE SERVIÇO PARTICULAR

LINHA AÉREA A 30 kV: LN30 CF PARADELA – SE 30/60kV SALAMONDE

FINALIDADE: 1º ESTABELECIMENTO - ANTEPROJETO

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Maior/2024

ÍNDICE

01	INSTALAÇÃO.....	3
02	OBJETIVO	3
03	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS.....	3
04	LOCALIZAÇÃO E TRAÇADO.....	4
04.01	Localização	4
04.02	Constituição de servidões.....	4
04.03	Condições topográficas	4
04.04	Identificação de áreas integradas na Reserva Agrícola Nacional (RAN)	4
04.05	Identificação de áreas integradas na Reserva Ecológica Nacional (REN)	5
04.06	Identificação de áreas integradas na Rede Natura 2000	6
05	CRITÉRIOS TÉCNICOS GERAIS.....	7
05.01	Distâncias de Segurança Associadas aos Cabos	8
06	EQUIPAMENTO.....	8
06.01	Cabos	8
06.02	Isolamento	8
06.03	Acessórios dos condutores, cabos de guarda e cabo de telecomunicação	8
06.04	Amortecedores de vibrações eólicas	9
06.05	Armações	9
06.06	Apoios	9
06.07	Fundações	9
06.08	Ligações à terra	9
06.09	Balizagem aeronáutica	10
06.10	Sinalização avifauna	10
06.11	Conjuntos sinaléticos	11
07	CÁLCULOS.....	12
08	TRAVESSIAS E CRUZAMENTOS COM OUTRAS INSTALAÇÕES.....	12
09	ELEMENTOS DE PROJETO.....	12
10	AUTORES DO PROJETO	13

01 INSTALAÇÃO

Linha aérea a 30 kV CF PARADELA – SE 30/60kV SALAMONDE

Finalidade do projeto: 1º Estabelecimento - Anteprojeto

Limites do projeto:

Origem: Central Flutuante de Paradela

Chegada: SE 30/60kV Salamonde

02 OBJETIVO

Para escoar a produção da energia elétrica da Central Fotovoltaica Flutuante (CF) de Paradela na Subestação 30/60kV de Salamonde, a Finerge S.A. pretende construir a Linha Aérea LN30 CF Paradela – SE 30/60kV Salamonde.

Assim, para a ligação atrás mencionada, a linha, é composta por:

Um circuito de cabo ACSR BEAR (325mm²), com disposição maioritariamente em galhardete assente em postes de metálicos, um cabo de guarda do tipo OPGW 24FO-AS/AA 32/113. No ponto 3 seguinte caracteriza-se mais em detalhe a instalação projetada.

A potência a transportar pela linha em projeto é de 13 MW.

03 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

A linha a estabelecer terá as seguintes características principais:

Tipo de instalação	Linha aérea simples
Tensão nominal.....	30 kV
Tensão estipulada	36 kV
Corrente elétrica	Alternada trifásica
Frequência da rede	50 Hz
Nº de circuitos	1
Nº de ternos.....	1
Nº de condutores por fase.....	1
Nº de cabos de guarda.....	1
Apoios com ligação individual à terra subterrânea	Todos
Apoios com ligação individual à terra aérea	Todos os equipados com cabo de guarda
Comprimento total aéreo	18664,21 metros
Comprimento total subterrâneo.....	a definir

04 LOCALIZAÇÃO E TRAÇADO

04.01 Localização

A linha a construir desenvolver-se-á nos locais a seguir indicados:

Freguesia (s): U.F. Paradela, Contim e Fiães
Concelho: Montalegre
Comprimento no concelho: 6216,47 metros

Freguesia (s): Covelo do Gerês
Concelho: Montalegre
Comprimento no concelho: 3566,91 metros

Freguesia (s): Ferral
Concelho: Montalegre
Comprimento no concelho: 2361,14 metros

Freguesia (s): UF de Ruivães e Campos
Concelho: Vieira do Minho
Comprimento no concelho: 6519,69 metros

Comprimento total: 18664,21 metros

A planta geral que integra o presente projeto representa em pormenor a diretriz do traçado.

04.02 Constituição de servidões

No perfil e planta parcelar do Projeto de Execução serão identificadas as parcelas e respetivos proprietários dos prédios atravessados pela linha, que se consideram como únicas entidades envolvidas para efeitos de constituição de servidões administrativas.

04.03 Condições topográficas

O traçado da linha a construir desenvolve-se nas seguintes zonas, classificadas conforme indicado em anexo:

Zona B com Gelo: Entre o Apoio1 e ao Apoio 43, e entre o apoio 53 e 76
Zona A: Entre o Apoio 43 e o Apoio 53

04.04 Identificação de áreas integradas na Reserva Agrícola Nacional (RAN)

Para os efeitos das disposições no Decreto-Lei N.º 239/2012, de 2 de novembro, indicam-se as áreas ocupadas pelos apoios que se pretendem implantar em área RAN, assim como as suas coordenadas georreferenciadas:

Apoio		Coordenadas (Datum73)		Coordenadas (ETRS89 PTM06)		Área ocupada para licenciamento de condicionantes
Nº	Tipo	X[m]	Y[m]	X[m]	Y[m]	[m ²]
P68	F95CA/30	6623.78	222443.75	6619.046	222441.501	25.00
P69	F95CA/21	6419.61	222306.77	6414.881	222304.516	20.00

04.05 Identificação de áreas integradas na Reserva Ecológica Nacional (REN)

Para os efeitos das disposições no Decreto-Lei N.º 239/2012, de 2 de novembro, indicam-se as áreas ocupadas pelos apoios que se pretendem implantar em área REN, assim como as suas coordenadas georreferenciadas:

Apoio		Coordenadas (Datum73)		Coordenadas (ETRS89 PTM06)		Área ocupada para licenciamento de condicionantes
Nº	Tipo	X[m]	Y[m]	X[m]	Y[m]	[m ²]
P01	F95CA/18	15486.67	234143.49	15481.55	234141.30	15.00
P02	F95CA/21	15545.99	234027.88	15540.87	234025.69	20.00
P04	F95CA/21	15764.76	233693.74	15759.64	233691.56	20.00
P05	F95CA/21	15965.71	233429.54	15960.60	233427.37	20.00
P06	F95CA/21	16088.22	233268.48	16083.11	233266.31	20.00
P07	F95CA/15	16222.73	233091.63	16217.62	233089.47	15.00
P08	F20CA/21	16224.12	232893.25	16219.02	232891.09	5.00
P09	F20CA/24	16226.30	232582.44	16221.20	232580.29	5.00
P10	F20CA/21	16227.99	232340.36	16222.90	232338.21	5.00
P11	F20CA/27	16229.71	232095.04	16224.63	232092.89	5.00
P13	F95CA/21	16120.03	231647.03	16114.96	231644.89	20.00
P14	F95CA/21	15828.40	231311.07	15823.34	231308.92	20.00
P15	F95CA/18	15675.21	231134.59	15670.15	231132.45	15.00
P16	F95CA/18	15459.40	230885.98	15454.35	230883.83	15.00
P17	F95CA/30	15258.40	230654.43	15253.36	230652.28	25.00
P18	F95CA/24	15108.65	230481.92	15103.61	230479.77	20.00
P19	F95CA/21	15006.36	230364.08	15001.33	230361.93	20.00
P20	F95CA/18	14914.86	230258.68	14909.83	230256.52	15.00
P21	F95CA/21	14717.15	230030.91	14712.13	230028.76	20.00
P22	F95CA/21	14492.21	229771.79	14487.20	229769.63	20.00
P23	F95CA/21	14348.15	229605.84	14343.15	229603.68	20.00
P24	F95CA/18	14180.06	229412.19	14175.06	229410.03	15.00
P26	F20CA/21	13910.73	229101.93	13905.75	229099.76	5.00
P28	F95CA/21	13693.86	228696.32	13688.88	228694.16	20.00
P29	F45CA/24	13640.26	228487.71	13635.29	228485.55	15.00
P30	F20CA/24	13580.57	228255.42	13575.61	228253.26	5.00
P35	F20CA/24	12892.18	227041.31	12887.26	227039.14	5.00
P36	F45CA/21	12686.06	226903.97	12681.15	226901.80	10.00
P37	F45CA/18	12477.79	226765.20	12472.89	226763.02	10.00
P38	F20CA/21	12297.06	226644.77	12292.16	226642.60	5.00
P39	F20CA/21	12100.88	226514.05	12095.98	226511.87	5.00
P40	F20CA/30	11923.10	226395.60	11918.21	226393.42	10.00
P41	F95CA/18	11740.38	226273.85	11735.49	226271.66	15.00
P42	F95CA/21	11621.90	226194.91	11617.02	226192.72	20.00
P43	F95CA/18	11369.24	226026.56	11364.37	226024.37	15.00
P44	F20CA/24	11196.15	225911.23	11191.28	225909.04	5.00
P45	F95CA/15	11024.54	225796.88	11019.67	225794.68	15.00
P46	F20CA/21	10900.46	225605.57	10895.60	225603.38	5.00
P47	F95CA/18	10768.82	225402.63	10763.97	225400.43	15.00
P48	F95CA/21	10573.04	225100.78	10568.20	225098.58	20.00
P49	WR1	10483.10	224962.11	10478.27	224959.92	40.00
P50	WR1	10251.28	224020.51	10246.47	224018.33	40.00
P51	F95CA/24	10181.57	223737.33	10176.76	223735.15	20.00
P52	F95CA/30	10144.83	223588.11	10140.03	223585.93	25.00
P53	F95CA/18	10100.42	223407.75	10095.63	223405.57	15.00
P54	F45CA/24	9850.22	223233.97	9845.44	223231.79	15.00
P62	F20CA/18	8233.40	222798.89	8228.65	222796.67	5.00
P63	F95CA/18	8072.35	222790.35	8067.59	222788.13	15.00
P65	F95CA/24	7264.40	222747.52	7259.65	222745.29	20.00

Apoio		Coordenadas (Datum73)		Coordenadas (ETRS89 PTM06)		Área ocupada para licenciamento de condicionantes
Nº	Tipo	X[m]	Y[m]	X[m]	Y[m]	[m ²]
P72	F45CA/18	5575.79	221816.90	5571.09	221814.64	10.00
P73	F95CA/24	5341.50	221742.14	5336.80	221739.87	20.00
P16/74	WT1	5215.65	221701.98	5210.95	221699.71	40.00

04.06 Identificação de áreas integradas na Rede Natura 2000

Não se prevê interferência neste projeto.

05 CRITÉRIOS TÉCNICOS GERAIS

Na elaboração do presente projeto foram tomadas em consideração todas as disposições regulamentares aplicáveis, designadamente as constantes do Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas de Alta Tensão (RSLEAT - DR 1/92).

Adicionalmente, são garantidas as disposições estabelecidas no Decreto-Lei nº 11/2018 de 15 de fevereiro, onde se encontram definidos os critérios para a minimização da exposição a campos eletromagnéticos a serem respeitados no planeamento e construção de novas infraestruturas elétricas de alta e muito alta tensão.

O projeto será executado em conformidade com a técnica habitual da E-REDES para linhas deste nível de tensão.

Para os equipamentos e materiais a utilizar na execução do projeto deverão respeitar-se os respetivos projetos-tipo, quando aplicáveis, e as especificações da E-REDES para linhas deste nível de tensão. No quadro seguinte indicam-se algumas das especificações de fabrico/montagem dos materiais principais a aplicar, assim como as definições de parâmetros de projeto.

Utilização	Ref. da Especificação	Descrição
Linhas Aéreas	DMA-C34-120/N (5ª Ed. – Set 2010)	Condutores Nus de Alumínio com Alma de Aço.
	DMA-C34-122/N (Abr 2010)	Condutores Nus Para Linhas Aéreas – cabos de guarda com fibra ótica (OPGW)
	DMA-C65-110/N (2ª Ed. – Jan 2007)	Descarregadores de Sobretensões de óxido de Zinco.
	DMA-C65-210/N (2ª Ed. – Set 2005)	Eléctrodos de Terra
	DMA-C66-140/N (2ª Ed. – Jun 2008)	Isoladores para linhas Aéreas.
	DMA-C66-802/N (1ª Ed. – Jun 2002)	Terminais de aperto mecânico para linha aéreas nuas.
	DMA-C66-803/N (1ª Ed. - Mai 2002)	Conectores paralelos de aperto mecânico para linhas aéreas nuas.
	DMA-C66-902/N	Conjuntos de acessórios para cadeias de amarração e de suspensão.
	DMA-C66-915/N (1ª Ed – Nov 2005)	Bolas de balizagem diurna de condutores e cabos de guarda.
	DMA-C66-916/N (1ª Ed – Nov 2005)	Luzes de baixa intensidade para balizagem noturna de obstáculos.
	DMA-C66-917/N (1ª Ed – Jan 2006)	Balizadores.
	DMA-C67-020/N	Postes de aço reticulados da série F para linhas AT
	DMA-C67-225/N (1ª Ed. – Jun 2005)	Postes de Betão armado para linhas AT.
DMA-C67-605/N (1ª Ed. – Set 2004)	Armações para postes de betão de linhas AT.	
Geral	DRE-C10-001/N (1ª Ed. Jan 2008)	Guia de Coordenação de Isolamento.
	DRE-C11-040/N (2ª Ed. Mai 2007)	Guia Técnico de Terras
	DRP-C11-602/R	Recomendações para projeto de linhas aéreas com condutores nus, subordinadas ao tema dos Trabalhos Em Tensão

Em tudo o omissos serão observadas as Normas e Regras de Segurança em vigor.

Pinças de suspensão: do tipo "AGS, armour-grip suspension". O ângulo máximo de enrolamento dos cabos nas pinças é de 120°.

Uniões dos condutores: de compressão, constituídas por um tubo de aço que se comprime sobre a alma de aço e por um tubo de alumínio que se comprime sobre a superfície do condutor. As uniões garantem a carga de rutura teórica dos cabos, com uma resistência elétrica inferior a um troço de cabo de igual comprimento.

Mangas de reparação: constituídas por duas peças de alumínio a comprimir sobre o cabo nas zonas em que apenas alguns fios da camada exterior se encontrem danificados. Sempre que um ou mais fios das camadas interiores se encontrar danificado será aplicada uma união de compressão.

06.04 Amortecedores de vibrações eólicas

Se necessário utilizar-se-ão amortecedores anti vibratórios, tipo "Stockbridge", de acordo com os critérios de aplicação.

06.05 Armações

Em postes metálicos: constituídas por perfis de aço, ligados por chapas e parafusos, galvanizados por imersão a quente para proteção contra a corrosão atmosférica. Fabrico integrado na estrutura dos postes.

06.06 Apoios

Utilizar-se-ão postes metálicos normalizados, dos tipos indicados nos elementos anexos e no perfil e planta parcelar.

O cálculo mecânico dos postes metálicos integra o Projeto Tipo de Postes Metálicos da série "F" para linhas Aéreas de MT/AT da METALOGALVA-IRMÃOS SILVA LDA., aprovado em 3 de março de 1994 pela DGE.

Para efeitos de trabalhos de levantamento e montagem de apoios considerou-se uma área envolvente ao apoio de 225m², representada na peça desenhada E1004.2.901.004 como Zona de Arborização do apoio.

06.07 Fundações

Apoios com postes metálicos: executadas segundo o projeto tipo daqueles apoios.

Betão a utilizar, pronto da classe C25-30 ou superior.

06.08 Ligações à terra

06.08.01 Resistência de terra

Zonas públicas e frequentadas: máximo de 20 Ω

Proximidade de até 1 km de subestações e postos de corte: máximo de 20 Ω , exceto em apoios localizados dentro das instalações cujo valor máximo é de 1 Ω .

06.08.02 Eléttodos de terra

Postes metálicos: eléctrodo de terra vertical, constituído no mínimo por 2 varetas (no caso de fundações monopódicas), ou por 4 varetas (no caso de fundações polipódicas), com 14,3 mm de diâmetro e 2,1 m de comprimento, ligadas em paralelo, devendo as extremidades superiores situar-se abaixo do nível do solo, a uma profundidade não inferior a 0,8 m.

Reforço do eléctrodo de terra: caso seja necessário, será instalado pelo menos um anel circundante ao (s) poste (s) com cabo de cobre nu de 35 mm² interligando as varetas de terra, de forma a garantir os valores estipulados. Poderão ainda ser instalados eléctrodos de terra horizontais em cabo de cobre nu de 35 mm² (configuração em serpentina, simples, dupla ou longa, ou configuração em estrela) enterrados a uma profundidade compreendida entre 0,5 m a 1 m.

06.08.03 Ligação dos postes aos elétrodos de terra

Postes metálicos: ligação dos terminais de terra existentes em cada um dos montantes os elétrodos de terra, e interligando-os entre si, através de cabo VV 1x35 mm² (secção mínima, onde não existam equipamentos complementares aplicados) com bainha exterior preta e isolamento verde/amarela.

Postes no interior de subestações ou postos de corte: ligação à terra geral da subestação, através de cabo de cobre nu de 95 mm².

06.08.04 Ligação das armações

Postes metálicos: não necessário.

06.08.05 Ligação do cabo de guarda

Ligação individual ao circuito de terra de cada um dos apoios através da estrutura metálica de fixação destes cabos.

A ligação à terra deverá ser efetuada através de fio de cobre ou do mesmo material do cabo de guarda, de secção pelo menos equivalente à deste.

A intensidade de corrente máxima que percorre os cabos de guarda, na ocorrência de um curto-circuito fase-terra, deverá ser tomada como 75% do valor da corrente de defeito fase-terra, assumindo-se que toda a corrente flui pela secção de alumínio nos cabos de guarda em alumínio-aço.

06.09 Balizagem aeronáutica

A utilização de equipamento de sinalização aeronáutica resulta das disposições da Circular de Informação Aeronáutica (CIA 10/03 de 06 de Maio) do Instituto Nacional de Aviação Civil.

06.09.01 Balizagem diurna

Cabo de guarda: a sinalização será feita através de bolas de sinalização, alternadamente de cor branca e laranja internacional (ou vermelho), com diâmetro mínimo de 600 mm, espaçadas e dispostas para que sensivelmente segundo a horizontal, as projeções ortogonais das bolas nos cabos de um plano vertical paralelo à linha estejam a 30 metros umas das outras.

Apoios: pintura nas cores: branco e laranja internacional (ou vermelho), em faixas alternadas com altura de 1/7 da altura do apoio fora do solo, desde o topo da cabeça até 6 m abaixo do condutor fixado em posição inferior.

Não está prevista a balizagem diurna em toda a extensão da linha.

06.09.02 Balizagem noturna

Apoios: colocação de dispositivo luminoso no topo dos apoios.

Não está prevista a balizagem noturna em toda a extensão da linha.

06.10 Sinalização avifauna

A utilização de equipamentos de sinalização para avifauna é definida pelo Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), resultando normalmente na aplicação de dispositivos salva-pássaros, de dispositivos anti nidificação e anti poiso, e ainda, de plataformas para ninhos.

No âmbito de atuação da CTALEA (Comissão Técnica de Gestão e Acompanhamento dos Protocolos Avifauna), a E-REDES (E-REDES) acordou com o ICNF a elaboração de um documento regulamentar interno, contendo disposições relativas à proteção da avifauna a respeitar no projeto e construção de novas linhas aéreas de AT e MT, harmonizando com o normativo do ICNF: “Manual de apoio à análise de projetos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia elétrica – componente avifauna”, de Junho de 2010. Com esse objetivo foi elaborado o documento interno designado por DRE-C11-300/E, Projeto e construção de infraestruturas elétricas em áreas importantes sob o ponto de vista da conservação da natureza e biodiversidade – Guia técnico, aprovado em sede de CTALEA, o qual a E-REDES levou em conta na elaboração deste projeto.

Sempre que necessário, serão colocados dispositivos de sinalização para aves do tipo “Bird Flight Diverter (BFD)” a ser instalados nos cabos da linha, se tal se justificar. Trata-se de dispositivos de forma helicoidal, em plástico, que se ajustam ao cabo de guarda ou ao condutor por enrolamento.

Salvo outras indicações, tendo em conta o tipo de aves, os dispositivos serão colocados para que em plano vertical paralelo à linha estejam, pelo menos espaçados de 10 metros.

Serão aplicados Dispositivos salva-pássaros nos troços das zonas abrangidas por áreas críticas (troços P1-P11 e P22-P47) e nas travessias dos rios Rabagão (P49-P50) e rio da Peneda (P64-P65).

Caso seja necessário, serão instalados nos apoios metálicos 3 dispositivos anti poiso (turbinas).

06.11 Conjuntos sinaléticos

Todos postes serão equipados com chapa de perigo de morte, conforme especificações normalizadas, e, com chapa de numeração de apoio e codificação da linha.

Para inspeções aéreas ao traçado da linha serão colocadas, de 5 em 5 apoios sinaléticas com a identificação do número do apoio.

07 CÁLCULOS

Nos anexos à presente memória descritiva são apresentados os resultados dos seguintes cálculos:

- a) Cálculo elétrico, efeito coroa e ruído acústico
- b) Fundações
- c) Campo elétrico e campo magnético

08 TRAVESSIAS E CRUZAMENTOS COM OUTRAS INSTALAÇÕES

As travessias e cruzamentos com autoestradas, estradas nacionais e municipais, caminhos de ferro, travessias com cursos de água, linhas BT, MT, AT e MAT, serão alvo de estudo durante a execução do projeto da linha.

09 ELEMENTOS DE PROJETO

Para além da presente memória descritiva o projeto integra os seguintes elementos:

a) Peças escritas

Anexo 01	Elementos gerais
Anexo 02	Características dos cabos
Anexo 03	Zonamento do território
Anexo 04	Cálculo elétrico, efeito coroa e ruído acústico
Anexo 05	Fundações
Anexo 06	Campo elétrico e campo magnético

b) Peças desenhadas

1 - Planta Geral Cartas Militares	des n.º E1004.2.901.001
2 - Planta Geral Ortofoto.....	des n.º E1004.2.901.002
3 - Planta Geral Condicionantes.....	des n.º E1004.2.901.003
4 - Perfil e Planta Parcelar Prévio.....	des n.º E1004.2.901.005

10 AUTORES DO PROJETO

O Autor e Técnico Responsável pelo Projeto Prévio

Ricardo Sequeira
Eng. Eletrotécnico
(inscrito na OE c/ n.º 52905)

ANEXO 01 – ELEMENTOS GERAIS



ANEXO A1

LN30 CF PARADELA – SE 30/60kV SALAMONDE



CARACTERÍSTICAS GERAIS DA LINHA

Nº	TIPO APOIO	PESO APOIO (kg)	ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO APOIO (m²)	FUNÇÃO	ALTURA (m)			FIXAÇÃO CC	FIXAÇÃO OPGW	VÉRTICE	ÂNGULO (grd)	VÃO	COTA TERRENO (m)	DESNIVEL TERRENO (m)	DISTÂNCIA À ORIGEM (m)	ELEMENTOS TOPOGRÁFICOS			
					CONSOLE	ÚTIL	TOTAL									COORDENADAS (ETRS89 PTM06)		COORDENADAS (DATUM73)	
																MERIDIANA	PARALELA	MERIDIANA	PARALELA
TRANSIÇÃO AÉREA - SUBTERRÂNEA PARQUE FLUTUANTE - P01																			
P01	F95CA/18	5061	12.55	Fim de Linha	18.60	18.60	24.10	AR	A			129.94	762.00		0.00	15481.55	234141.30	15486.67	234143.49
P02	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	160.73	778.08	-7.08	129.94	15540.87	234025.69	15545.99	234027.88
P03	F95CA/21	5807	15.23	Ângulo	21.60	21.60	27.10	AR	A	V1	-11.22	240.15	771.00	47.00	290.67	15614.26	233882.69	15619.37	233884.87
P04	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	331.94	818.00	36.93	530.82	15759.64	233691.56	15764.76	233693.74
P05	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	202.35	854.94	12.02	862.75	15960.60	233427.37	15965.71	233429.54
P06	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	222.19	866.95	50.05	1065.10	16083.11	233266.31	16088.22	233268.48
P07	F95CA/15	4318	10.14	Ângulo	15.60	15.60	21.10	AR	A	V2	40.95	198.38	917.00	16.07	1287.29	16217.62	233089.47	16222.73	233091.63
P08	F20CA/21	2189	3.64	Alinhamento	21.60	20.60	26.60	SR	S		0.00	310.81	933.07	35.98	1485.67	16219.02	232891.09	16224.12	232893.25
P09	F20CA/24	2409	4.23	Alinhamento	24.60	23.60	29.60	SR	S		0.00	242.09	969.05	14.95	1796.48	16221.20	232580.29	16226.30	232582.44
P10	F20CA/21	2189	3.64	Alinhamento	21.60	20.60	26.60	SR	S		0.00	245.33	984.00	-8.48	2038.57	16222.90	232338.21	16227.99	232340.36
P11	F20CA/27	2789	4.86	Alinhamento	27.60	26.60	32.60	SR	S		0.00	319.08	975.52	7.48	2283.90	16224.63	232092.89	16229.71	232095.04
P12	F95CA/18	5061	12.55	Reforço em Ângulo	18.60	18.60	24.10	AR	A	V3	45.96	170.72	983.00	-36.05	2602.98	16226.87	231773.81	16231.95	231775.96
P13	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	444.88	946.96	22.69	2773.70	16114.96	231644.89	16120.03	231647.03
P14	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	233.69	969.65	13.82	3218.58	15823.34	231308.92	15828.40	231311.07
P15	F95CA/18	5061	12.55	Alinhamento	18.60	18.60	24.10	AR	A		0.00	329.21	983.47	-14.62	3452.27	15670.15	231132.45	15675.21	231134.59
P16	F95CA/18	5061	12.55	Alinhamento	18.60	18.60	24.10	AR	A		0.00	306.61	968.84	62.38	3781.48	15454.35	230883.83	15459.40	230885.98
P17	F95CA/30	8210	24.76	Alinhamento	30.60	30.60	36.10	AR	A		0.00	228.44	1031.23	92.76	4088.09	15253.36	230652.28	15258.40	230654.43
P18	F95CA/24	6573	18.06	Alinhamento	24.60	24.60	30.10	AR	A		0.00	156.04	1123.99	17.08	4316.53	15103.61	230479.77	15108.65	230481.92
P19	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	139.57	1141.07	-19.14	4472.57	15001.33	230361.93	15006.36	230364.08
P20	F95CA/18	5061	12.55	Alinhamento	18.60	18.60	24.10	AR	A		0.00	301.60	1121.93	-77.52	4612.15	14909.83	230256.52	14914.86	230258.68
P21	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	343.13	1044.41	-16.89	4913.75	14712.13	230028.76	14717.15	230030.91
P22	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	219.76	1027.52	-42.89	5256.88	14487.20	229769.63	14492.21	229771.79
P23	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	256.43	984.63	-13.95	5476.63	14343.15	229603.68	14348.15	229605.84
P24	F95CA/18	5061	12.55	Alinhamento	18.60	18.60	24.10	AR	A		0.00	187.07	970.68	28.32	5733.06	14175.06	229410.03	14180.06	229412.19
P25	F95CA/15	4318	10.14	Alinhamento	15.60	15.60	21.10	AR	A		0.00	223.77	999.00	-5.00	5920.13	14052.43	229268.75	14057.42	229270.92
P26	F20CA/21	2189	3.64	Alinhamento	21.60	20.60	26.60	SR	S		0.00	244.11	994.00	-5.00	6143.91	13905.75	229099.76	13910.73	229101.93
P27	F95CA/18	5061	12.55	Reforço em Ângulo	18.60	18.60	24.10	AR	A	V4	-29.50	228.44	989.00	-22.02	6388.02	13745.73	228915.41	13750.70	228917.58
P28	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	215.38	966.98	-4.01	6616.46	13688.88	228694.16	13693.86	228696.32
P29	F45CA/24	3478	10.45	Alinhamento	24.60	23.60	29.60	SR	S		0.00	239.84	962.97	-21.46	6831.84	13635.29	228485.55	13640.26	228487.71
P30	F20CA/24	2409	4.23	Alinhamento	24.60	23.60	29.60	SR	S		0.00	253.35	941.52	-21.52	7071.68	13575.61	228253.26	13580.57	228255.42
P31	F95CA/27	7413	21.33	Ângulo	27.60	27.60	33.10	AR	A	V5	14.64	231.89	920.00	-40.00	7325.03	13512.57	228007.88	13517.53	228010.04
P32	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	298.66	880.00	-36.15	7556.92	13405.20	227802.34	13410.15	227804.50
P33	F95CA/30	8210	24.76	Alinhamento	30.60	30.60	36.10	AR	A		0.00	424.88	843.85	-7.13	7855.58	13266.91	227537.62	13271.85	227539.78
P34	F95CA/27	7413	21.33	Reforço em Ângulo	27.60	27.60	33.10	AR	A	V6	31.93	219.81	836.72	-29.03	8280.46	13070.18	227161.03	13075.11	227163.19
P35	F20CA/24	2409	4.23	Alinhamento	24.60	23.60	29.60	SR	S		0.00	247.69	807.69	-33.32	8500.27	12887.26	227039.14	12892.18	227041.31
P36	F45CA/21	3116	8.79	Alinhamento	21.60	20.60	26.70	SR	S		0.00	250.26	774.37	-55.37	8747.96	12681.15	226901.80	12686.06	226903.97
P37	F45CA/18	2598	7.26	Alinhamento	18.60	18.60	23.70	AR	A		0.00	217.17	719.00	-35.59	8998.22	12472.89	226763.02	12477.79	226765.20
P38	F20CA/21	2189	3.64	Alinhamento	21.60	20.60	26.60	SR	S		0.00	235.75	683.41	-37.39	9215.39	12292.16	226642.60	12297.06	226644.77
P39	F20CA/21	2189	3.64	Alinhamento	21.60	20.60	26.60	SR	S		0.00	213.62	646.02	-47.58	9451.13	12095.98	226511.87	12100.88	226514.05
P40	F20CA/30	3072	5.53	Alinhamento	30.60	29.60	38.60	SR	S		0.00	219.57	598.44	-30.44	9664.75	11918.21	226393.42	11923.10	226395.60
P41	F95CA/18	5061	12.55	Alinhamento	18.60	18.60	24.10	AR	A		0.00	142.36	568.00	-57.11	9884.32	11735.49	226271.66	11740.38	226273.85



ANEXO A1

LN30 CF PARADELA – SE 30/60kV SALAMONDE

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA LINHA

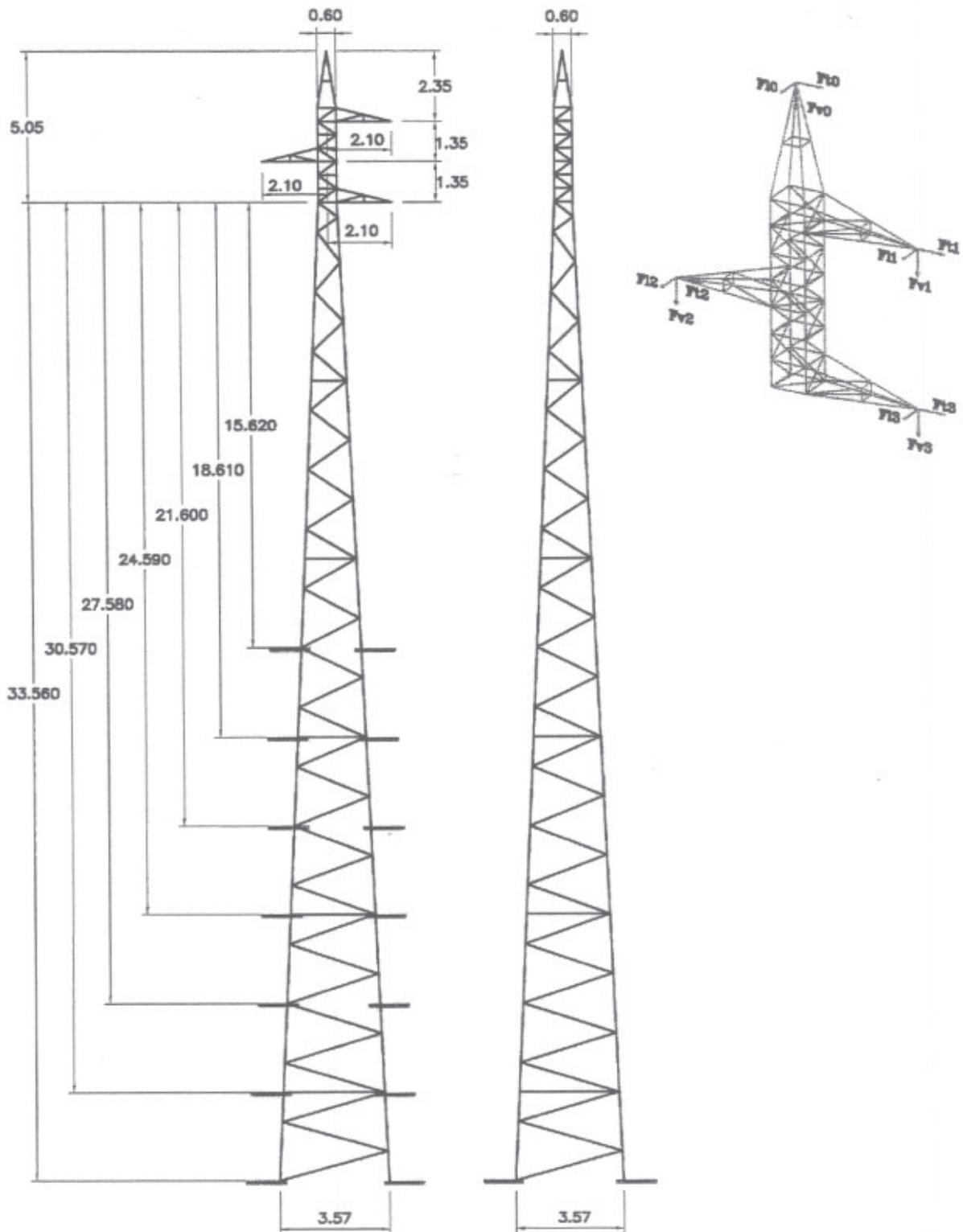


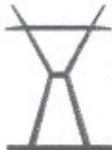
Nº	TIPO APOIO	PESO APOIO (kg)	ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO APOIO (m ²)	FUNÇÃO	ALTURA (m)			FIXAÇÃO CC	FIXAÇÃO OPGW	ELEMENTOS TOPOGRÁFICOS									
					VÉRTICE	ÂNGULO (grd)	VÃO			COTA TERRENO (m)	DESNIVEL TERRENO (m)	DISTÂNCIA À ORIGEM (m)	COORDENADAS (ETRS89 PTM06)		COORDENADAS (DATUM73)				
													CONSOLE	ÚTIL	TOTAL	MERIDIANA	PARALELA	MERIDIANA	PARALELA
P42	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	303.61	510.89	-18.03	10026.69	11617.02	226192.72	11621.90	226194.91
P43	F95CA/18	5061	12.55	Alinhamento	18.60	18.60	24.10	AR	A		0.00	207.99	492.86	-4.86	10330.29	11364.37	226024.37	11369.24	226026.56
P44	F20CA/24	2409	4.23	Alinhamento	24.60	23.60	29.60	SR	S		0.00	206.22	488.00	24.00	10538.28	11191.28	225909.04	11196.15	225911.23
P45	F95CA/15	4318	10.14	Ângulo	15.60	15.60	21.10	AR	A	V7	-25.95	228.02	512.00	21.00	10744.50	11019.67	225794.68	11024.54	225796.88
P46	F20CA/21	2189	3.64	Alinhamento	21.60	20.60	26.60	SR	S		0.00	241.89	533.00	24.00	10972.52	10895.60	225603.38	10900.46	225605.57
P47	F95CA/18	5061	12.55	Alinhamento	18.60	18.60	24.10	AR	A		0.00	359.77	557.00	18.41	11214.41	10763.97	225400.43	10768.82	225402.63
P48	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	165.28	575.41	-2.40	11574.19	10568.20	225098.58	10573.04	225100.78
P49	WR1	7880	27.41	Reforço em Ângulo	19.00	19.00	36.60	AR	A	V8	-21.26	969.70	573.00	19.29	11739.47	10478.27	224959.92	10483.10	224962.11
P50	WR1	7880	27.41	Alinhamento	19.00	19.00	36.60	AR	A		0.00	291.63	592.29	40.22	12709.17	10246.47	224018.33	10251.28	224020.51
P51	F95CA/24	6573	18.06	Alinhamento	24.60	24.60	30.10	AR	A		0.00	153.67	632.51	54.07	13000.80	10176.76	223735.15	10181.57	223737.33
P52	F95CA/30	8210	24.76	Alinhamento	30.60	30.60	36.10	AR	A		0.00	185.74	686.58	78.42	13154.47	10140.03	223585.93	10144.83	223588.11
P53	F95CA/18	5061	12.55	Ângulo	18.60	18.60	24.10	AR	A	V9	45.98	304.63	765.00	-8.84	13340.21	10095.63	223405.57	10100.42	223407.75
P54	F45CA/24	3478	10.45	Alinhamento	24.60	24.60	29.60	AR	A		0.00	211.29	756.16	10.85	13644.84	9845.44	223231.79	9850.22	223233.97
P55	F20CA/24	2409	4.23	Alinhamento	24.60	23.60	29.60	SR	S		0.00	244.47	767.02	17.22	13856.13	9671.90	223111.25	9676.68	223113.44
P56	F95CA/21	5807	15.23	Ângulo	21.60	21.60	27.10	AR	A	V10	27.49	238.49	784.24	15.61	14100.60	9471.12	222971.79	9475.90	222973.98
P57	F95CA/18	5061	12.55	Alinhamento	18.60	18.60	24.10	AR	A		0.00	210.34	799.84	-47.84	14339.09	9236.28	222930.21	9241.05	222932.41
P58	F20CA/27	2789	4.86	Alinhamento	27.60	26.60	32.60	SR	S		0.00	212.00	752.00	-38.92	14549.43	9029.16	222893.55	9033.93	222895.74
P59	F20CA/27	2789	4.86	Alinhamento	27.60	26.60	32.60	SR	S		0.00	233.69	713.08	-38.08	14761.42	8820.41	222856.59	8825.18	222858.79
P60	F95CA/18	5061	12.55	Reforço em Ângulo	18.60	18.60	24.10	AR	A	V11	7.78	140.81	675.00	-13.78	14995.12	8590.29	222815.85	8595.06	222818.06
P61	F20CA/21	2189	3.64	Alinhamento	21.60	20.60	26.60	SR	S		0.00	221.34	661.22	-12.30	15135.93	8449.68	222808.39	8454.44	222810.60
P62	F20CA/18	1901	3.10	Alinhamento	18.60	17.60	23.60	SR	S		0.00	161.28	648.93	-17.27	15357.28	8228.65	222796.67	8233.40	222798.89
P63	F95CA/18	5061	12.55	Alinhamento	18.60	18.60	24.10	AR	A		0.00	336.50	631.66	-101.43	15518.56	8067.59	222788.13	8072.35	222790.35
P64	F95CA/24	6573	18.06	Alinhamento	24.60	24.60	30.10	AR	A		0.00	472.58	530.22	47.66	15855.05	7731.57	222770.31	7736.32	222772.54
P65	F95CA/24	6573	18.06	Alinhamento	24.60	24.60	30.10	AR	A		0.00	204.25	577.88	8.12	16327.63	7259.65	222745.29	7264.40	222747.52
P66	F95CA/24	6573	18.06	Ângulo	24.60	24.60	30.10	AR	A	V12	-34.25	258.95	586.00	44.23	16531.88	7055.69	222734.47	7060.44	222736.71
P67	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	266.88	630.23	-11.00	16790.82	6840.66	222590.19	6845.40	222592.44
P68	F95CA/30	8210	24.76	Alinhamento	30.60	30.60	36.10	AR	A		0.00	245.86	619.23	21.28	17057.70	6619.05	222441.50	6623.78	222443.75
P69	F95CA/21	5807	15.23	Alinhamento	21.60	21.60	27.10	AR	A		0.00	482.54	640.51	73.09	17303.56	6414.88	222304.52	6419.61	222306.77
P70	F95CA/27	7413	21.33	Alinhamento	27.60	27.60	33.10	AR	A		0.00	272.53	713.60	64.40	17786.11	6014.18	222035.66	6018.89	222037.92
P71	F95CA/24	6573	18.06	Ângulo	24.60	24.60	30.10	AR	A	V13	17.96	227.55	778.00	18.00	18058.64	5787.87	221883.82	5792.57	221886.08
P72	F45CA/18	2598	7.26	Alinhamento	18.60	18.60	23.70	AR	A		0.00	245.92	796.00	-1.87	18286.19	5571.09	221814.64	5575.79	221816.90
P73	F95CA/24	6573	18.06	Alinhamento	24.60	24.60	30.10	AR	A		0.00	132.10	794.13	33.73	18532.11	5336.80	221739.87	5341.50	221742.14
P16/74	WT1	10820	42.25	Fim de Linha	19.00	19.00	36.60	AR	A				827.87		18664.21	5210.95	221699.71	5215.65	221701.98

TRANSIÇÃO AÉREA - SUBTERRÂNEA P16/74 - SE SALAMONDE

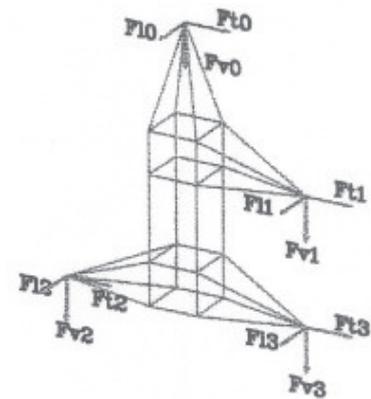
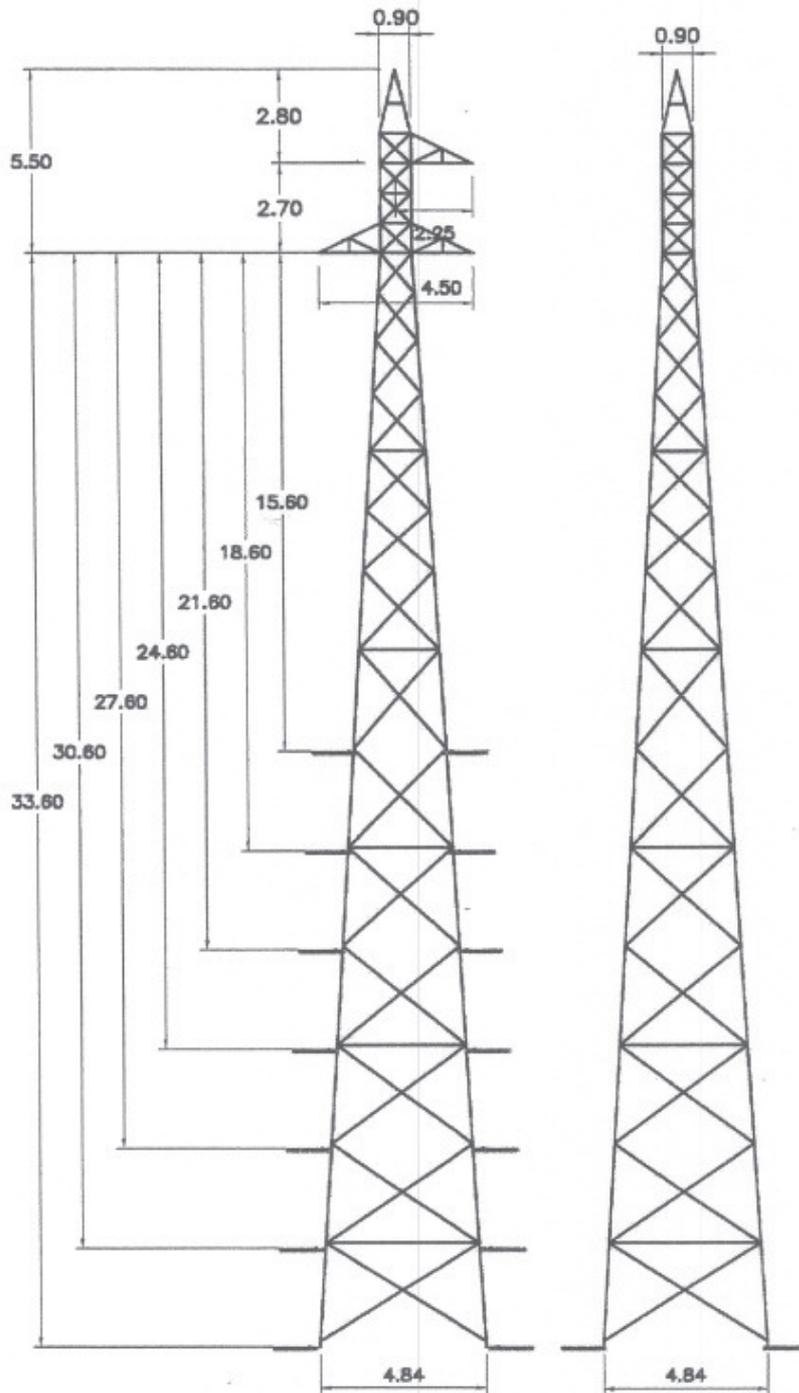


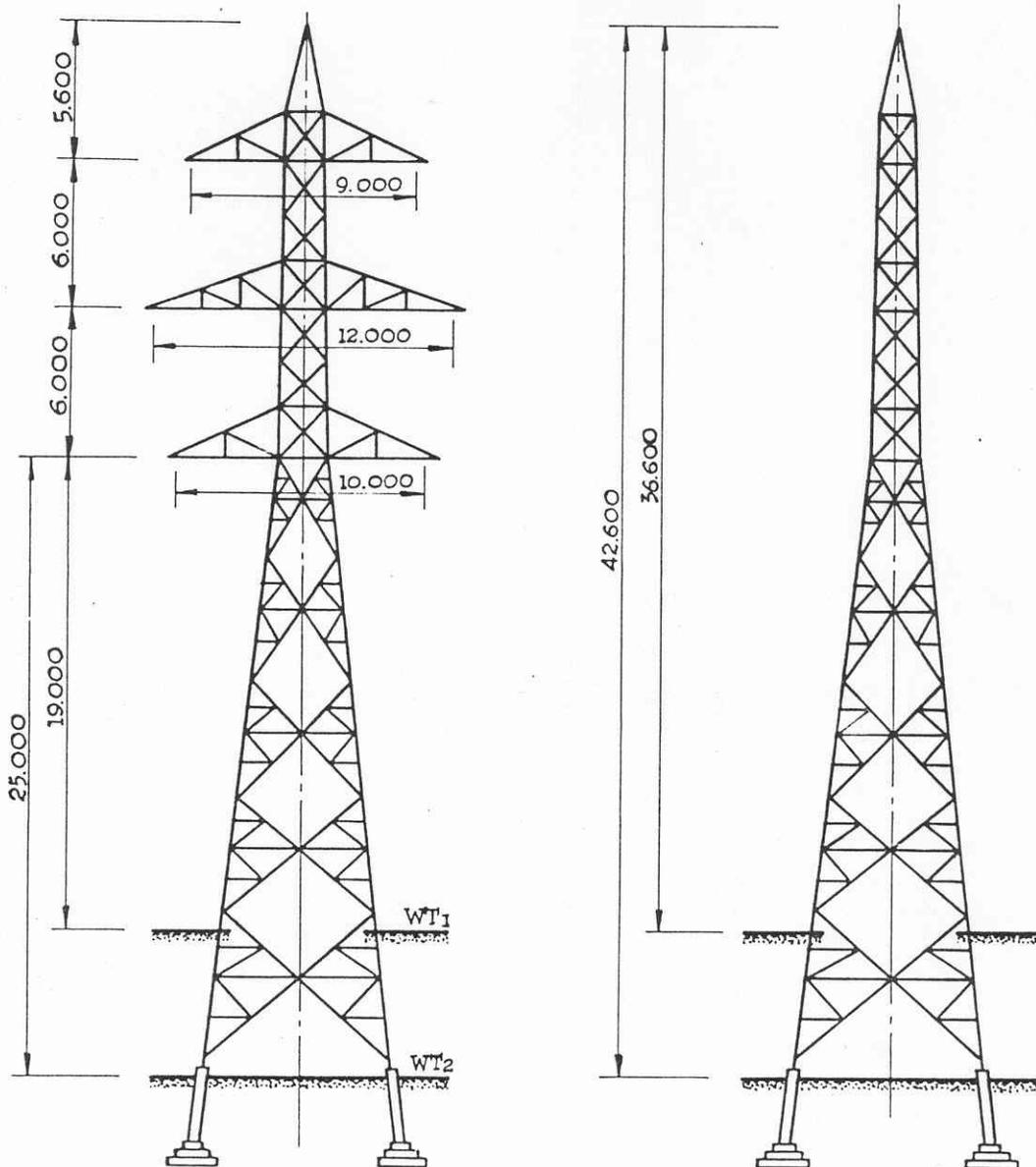
Linhas de Alta Tensão – Poste tipo F45CA





Linhas de Alta Tensão – Poste tipo F95CA





- A) LRGCL II/III , LCLEJ I/I , LCGRM II/III
- F) WT₁ , WT₂
- I) WT₁-10,88 t. , WT₂ - 13,30 t.
- J) LD 6307

ESC. 1:300

LD 7125

Reg	N° Folhas	Verif
Substituir		Data
Substituído por		Arquivo G21/3
		Formato



Electricidade de Portugal
EDP/Empresa Pública
DOEX
Sector de Equipamento da Rede

ANEXO 02 – CARACTERISTICAS DOS CABOS

ANEXO 2



LN30 CF PARADELA – SE 30/60kV SALAMONDE

finerge

CARACTERISTICAS DOS CABOS

MATERIAL	EDP	FABRICANTE	S _{ÚTIL}	E	FACTOR	RMG	m _c	p	Tr	T_EDS	E _{FINAL}	a _T	R _{20°C,DC}
	(CABOS)	(CABOS)	mm ²	mm	RMG	m	kg/km	N/m	kN	kN	N/mm ²	1/K	W/km
ACSR	BEAR 325	264-AL1/62-ST1A	326,12	23,45	0,8190	0,0096	1212,60	11,892	109,38		80000	1,79E-05	0,109
OPGW	24 FO-A3/SA1A-17,0kA	OPGW AS/AA 32/113 ST 1x24 F	144.76	16	1	0.008	550	5.394	73.2		79200	2E-05	0.269

S _{ÚTIL}	Secção útil
E	Diâmetro do cabo
FACTOR RMG	Factor de raio médio geométrico
RMG	Raio médio geométrico
m _c	massa quilométrica
p	peso unitário
Tr	Tracção/Carga de rotura
E _{FINAL}	Módulo de elasticidade final
a _T	Coefficiente de dilatação linear

ANEXO 03 – ZONAMENTO DO TERRITÓRIO

ZONAMENTO DO TERRITÓRIO

As características do território influenciam as condições de dimensionamento das linhas aéreas, dado que a ação dos agentes atmosféricos poderá interagir com os seus componentes.

A ação dos agentes atmosféricos é caracterizada no RSLEAT⁽¹⁾, sendo função da zona do território onde se pretende estabelecer a linha.

01 DIMENSIONAMENTO MECÂNICO

O dimensionamento da linha tem em conta a ação dos agentes atmosféricos que poderão interagir com os seus componentes.

A ação dos agentes atmosféricos é caracterizada no RSLEAT⁽²⁾, sendo função da zona do território onde se pretende estabelecer a linha.

Os agentes atmosféricos com influência sobre o comportamento mecânico dos componentes das linhas são o vento e o gelo.

Para cada um destes agentes são definidas duas zonas, conforme descrito no quadro seguinte:

ZONA	VENTO	GELO
ZONA A	Distância à orla marítima > 5 km Altitude < 600 m	-
ZONA B sem gelo	Distância à orla marítima ≤ 5 km	-
Zona B sem gelo	Altitude ≥ 600 m	-
Zona B com gelo	Altitude ≥ 600 m	Altitude ≥ 700 m ⁽³⁾

Para as zonas consideradas deverão ser tomados os seguintes valores de carga de vento⁽⁴⁾:

ZONA	ALTURA ACIMA DO SOLO	VENTO MÁXIMO HABITUAL	VENTO REDUZIDO
ZONA A	< 30 m	750 Pa a +15°C	300 Pa a -5°C
	30 m ≤ h < 50 m	900 Pa a +15°C	360 Pa a -5°C
	h ≥ 50 m	1050 Pa a +15°C	420 Pa a -5°C
ZONA B sem gelo	< 30 m	900 Pa a +15°C	360 Pa a -5°C
	30 m ≤ h < 50 m	1050 Pa a +15°C	420 Pa a -5°C
	h ≥ 50 m	1270 Pa a +15°C	508 Pa a -5°C
Zona B com gelo	< 30 m	900 Pa a +15°C	360 Pa a -10°C
	30 m ≤ h < 50 m	1050 Pa a +15°C	420 Pa a -10°C
	h ≥ 50 m	1270 Pa a +15°C	508 Pa a -10°C

Na zona B, sem gelo, poderão considerar-se condições de fabrico especial para os postes de betão, por aplicação de produtos de proteção contra a corrosão salina, sempre que se justifique.

¹ A EN50341 actualiza a informação definida no RSLEAT, sendo aplicados os princípios constantes desta EN. No que respeita à pressão dinâmica do vento serão tomados como referência para Zona A, os valores definidos no RSLEAT.

² A EN50341 actualiza a informação definida no RSLEAT, sendo aplicados os princípios constantes desta EN. No que respeita à pressão dinâmica do vento serão tomados como referência para Zona A, os valores definidos no RSLEAT.

³ Considera-se possibilidade de formação de manga de gelo nos distritos de Viana do Castelo, Braga, Vila Real, Bragança, Porto, Viseu, Guarda, Castelo Branco, Coimbra e Portalegre.

⁴ Considera-se como carga de vento a pressão dinâmica devida ao vento máximo habitual. A carga de vento reduzido corresponde a 40% da carga de vento máximo.

02 DIMENSIONAMENTO TÉRMICO

Para o dimensionamento térmico de condutores para linhas aéreas são relevantes a radiação solar incidente sobre os condutores e a velocidade do vento sobre os mesmos, para aplicação na equação que exprime o balanço térmico de um condutor, adotada a partir do modelo Kuipers-Brown.

Os valores mais comuns adotados no dimensionamento de linhas são os a seguir indicados:

Radiação solar.....	900 W/m ² ou 1000 W/m ²
Velocidade do vento	0,6 m/s ou 1,0 m/s
Temperatura do ar ambiente no Inverno.....	+15°C
Temperatura do ar ambiente no Verão.....	+35°C

03 DIMENSIONAMENTO ELÉCTRICO

Para o dimensionamento elétrico é relevante o nível de poluição considerado para cada local, que será determinante para definição do material a utilizar na constituição dos condutores nus e para o comprimento de linha de fuga específica mínima, em mm/kV, a observar entre fase e terra, nomeadamente ao longo dos isoladores ou cadeias de isoladores para fixação de condutores nus.

ANEXO 04 – CÁLCULO ELÉTRICO

CÁLCULO ELÉTRICO

01 INTENSIDADE MÁXIMA ADMISSÍVEL EM REGIME PERMANENTE

A intensidade máxima admissível em regime permanente de um condutor é limitada pela temperatura de 65°C. Considera-se que a temperatura de funcionamento máxima de 75°C projetada para a linha aérea, corresponderá a um regime de sobrecarga temporária que poderá ser aplicado à instalação por um período de 1 a 2 horas. A temperatura dos condutores depende de vários fatores como sejam a temperatura ambiente e a velocidade do vento, da radiação solar e ainda do estado da superfície que condiciona os valores dos coeficientes de absorção e de emissão em relação ao corpo negro.

Para condutores aéreos, a expressão que traduz esta múltipla dependência segundo o modelo KUIPERS-BROWN é a seguinte:

$$C \times \frac{dT}{dt} = R_T \times I_{m\acute{a}x}^2 + \alpha_{solar} \times G_i \times d - 8,55(T - T_a) \times (v \times d)^{0,448} - E \times \sigma \times \pi \times d \times (T^4 - T_a^4)$$

- C - Capacidade calorífica do condutor em J.m⁻¹.K⁻¹
- R_T - Resistência em c.a. à temperatura T
- I_{máx} - Intensidade máxima de corrente que percorre o condutor, em A
- α_{solar} - Coeficiente de absorção solar (habitualmente considerado de 0,5)
- G_i - Intensidade de radiação solar em W.m⁻² (habitualmente considerado de 900 ou 1000 W.m⁻²)
- d - Diâmetro do condutor em m
- v - Velocidade do vento em m.s⁻¹ (habitualmente considerado entre 0,6 ou 1 m.s⁻¹)
- E - Poder emissivo em relação ao corpo negro (habitualmente considerado de 0,6)
- σ - Constante de Stefan (5,7 × 10⁻⁸ W.m⁻².K⁻⁴)
- T_a - Temperatura ambiente em K
- T - Temperatura do condutor em K

Em que:

$$R_T = R_0 \cdot [1 + \alpha_T(T - T_a)]$$

- R₀ - Resistência em c.a. à temperatura de referência de 20°C
- α_T - Coeficiente de temperatura do cabo [°C⁻¹]

Em regime permanente $\frac{dT}{dt} = 0$, pelo que a equação traduz o equilíbrio entre a energia produzida por efeito de Joule, ou absorvida por radiação solar, e a energia dissipada por convecção ou radiada pelo condutor.

Assim, a corrente máxima num condutor aéreo em regime permanente será regida pela seguinte equação:

$$I_{m\acute{a}x} = \sqrt{\frac{E \times \sigma \times \pi \times d \times (T^4 - T_a^4) - \alpha_{solar} \times G_i \times d + 8,55(T - T_a) \times (v \times d)^{0,448}}{R_T}}$$

Consequentemente a potência máxima que este condutor poderá alimentar será:

$$S_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{m\acute{a}x} \text{ [MVA]}$$

INTENSIDADE DE CORRENTE EM REGIME PERMANENTE Condutor ACSR 325 (BEAR) Temperatura do condutor de 65°C				
Temp. ambiente [°C]	Velocidade do vento a 0,6m/s		Velocidade do vento a 1m/s	
	Corrente [A]	S [MVA]	Corrente [A]	S [MVA]
15º	227	37,5	805	41,8
30º	586	30,5	657	34,1

02 INTENSIDADE MÁXIMA ADMISSÍVEL EM REGIME DE CURTO-CIRCUITO

O dimensionamento térmico dos cabos condutores é normalmente condicionado pelo regime permanente.

No entanto, na situação de curto-circuito, a temperatura dos cabos de guarda em alumínio-aço não deve ultrapassar os 200°C para se evitar o envelhecimento prematuro.

No caso dos condutores não homogêneos (alumínio-aço), deve considerar-se uma temperatura máxima de 125°C a fim de se obter a melhor compatibilidade entre o escalão da corrente de defeito e os respetivos aumentos de flechas a altas temperaturas.

03 CONSTANTES ELÉTRICAS DA LINHA

Impedância Direta = 0,109 + 0,378 Ω/km

Admitância Direta = 0,00 + 3,036 μS/km

04 REGIME DE FUNCIONAMENTO

Na receção, a intensidade de corrente nominal para assegurar a potência nominal da instalação terá que ser:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{receção}}}$$

Considerando um facto de potência de 0,9 indutivo, a queda de tensão no cabo será:

$$\Delta U[V] = \sqrt{3} \cdot I_n \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

Consequentemente, a queda de tensão associada ao troço referido é:

$$\Delta U[\%] = \frac{\Delta U[V]}{U_{\text{receção}}}$$

Para a intensidade de corrente nominal, considerando toda a carga concentrada na extremidade da linha, as perdas associadas serão contabilizadas da seguinte forma:

$$P_{\text{perdas}} = P_J = 3 \cdot R \cdot I^2$$

Considerando que na receção, a potência cativa é:

$$P_{\text{receção}} = S \cdot \cos \varphi \text{ [W]}$$

Na origem, a potência cativa será:

$$P_T = P_J + P_{\text{recepção}}$$

Sendo a potência perdida em %:

$$\rho = \frac{P_J}{P_T} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Pelo que o rendimento da transmissão será contabilizado da seguinte forma:

$$\eta = \frac{P_{\text{recepção}}}{P_T} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Indicam-se seguidamente os valores calculados para o regime de funcionamento à intensidade de corrente nominal :

COS ϕ	0.9	0.95	0.98	1
TENSÃO NA EMISSÃO [kV]	30.00	30.00	30.00	30.00
POTÊNCIA APARENTE NA EMISSÃO [MVA]	14.44	13.68	13.27	13.00
POTÊNCIA ATIVA NA EMISSÃO [MW]	13.00	13.00	13.00	13.00
POTÊNCIA REATIVA NA EMISSÃO [MVar]	6.30	4.27	2.64	0.00
INTENSIDADE NA EMISSÃO [A]	277.98	263.35	255.29	250.19
QUEDA DE TENSÃO [V]	2360.78	1885.44	1501.75	881.57
QUEDA DE TENSÃO [%]	7.87	6.28	5.01	2.94
TENSÃO NA RECEPÇÃO [kV]	27.64	28.11	28.50	29.12
PERDAS POR EFEITO DE JOULE [MW]	0.424	0.402	0.390	0.382
POTÊNCIA APARENTE NA RECEPÇÃO [MVA]	13.97	13.26	12.87	12.62
POTÊNCIA ATIVA NA RECEPÇÃO [MW]	12.58	12.60	12.61	12.62
POTÊNCIA REATIVA NA RECEPÇÃO [MVar]	6.09	4.14	2.56	0.00

05 EFEITO DE COROA, RUIDO ACUSTICO E INTERFERÊNCIAS RADIO ELÉTRICAS

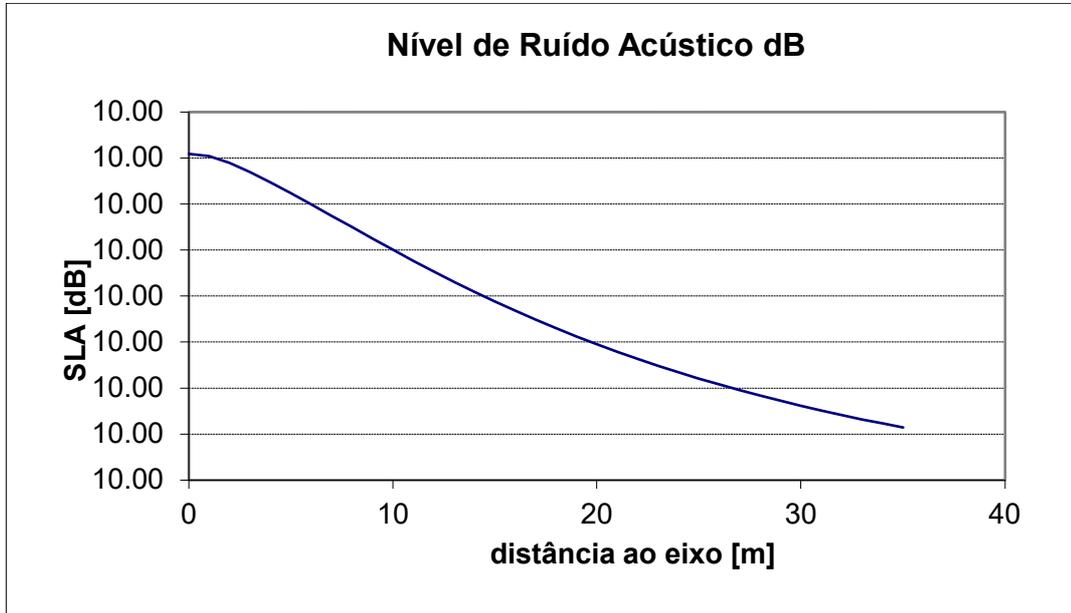
PERDAS POR EFEITO DE COROA

Temp. média anual =	15	°C
Factor de superfície =	0.6	
Dm=	374.56	cm
Pressão atmosférica relativa		
d =	0.95	p/ Alti. Méd. = 800.00 m

Campo Elétrico Critico (PEEK) – E0=15.286kV/cm p/ altitude de 800m

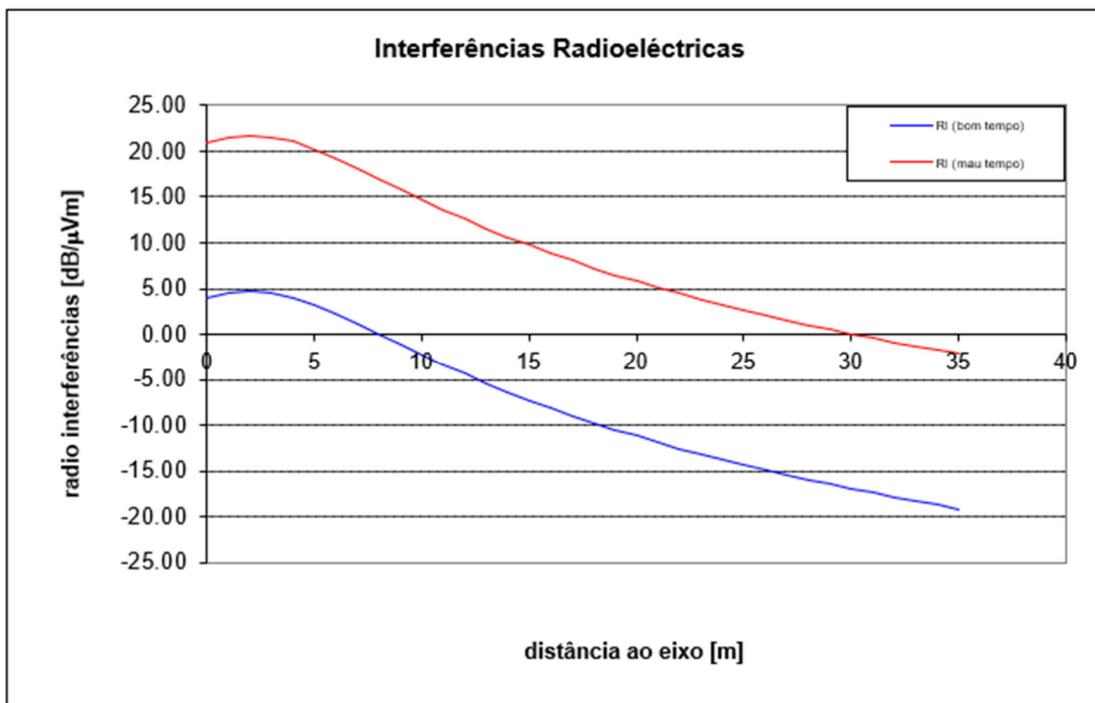
E/E0=0.173 -> **As perdas por efeito coroa são desprezáveis**

RUIDO ACUSTICO



<52,5 db(A) (máximo suscetível de não provocar queixas a 30m do eixo da linha – Environment Protection Agency)

INTERFERÊNCIAS RADIO ELÉTRICAS



ANEXO 05 – FUNDAÇÕES

FUNDAÇÕES

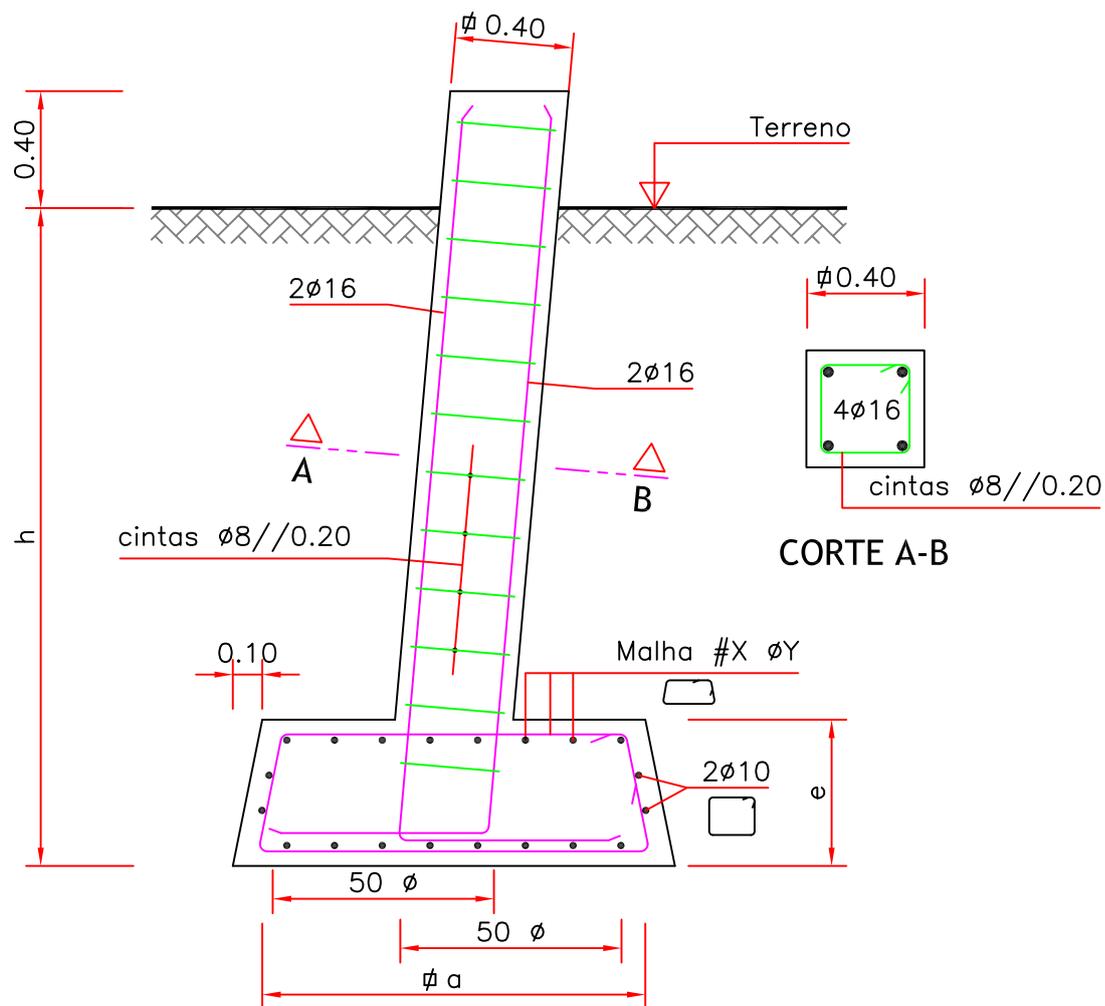
O cálculo das fundações dos postes metálicos integra o Projeto Tipo de Postes Metálicos da série "F" para linhas Aéreas de MT/AT da METALOGALVA-IRMÃOS SILVA LDA., aprovado em 3 de Março de 1994 pela DGE.

Deste modo dispensa-se a apresentação do cálculo das fundações dos apoios, dado o mesmo fazer parte de outros processos já licenciados.

APOIO Nº	TIPO DE APOIO	PESO (kg)	ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO APOIO [m ³]	CABOUÇOS DAS FUNDAÇÕES			ESCAVAÇÃO [m ³]	BETÃO [m ³]
				h [m]	a [m]	b [m]		
P01	F95CA/18	5061	12.55	3.30	1.70	1.70	35.25	8.221
P02	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P03	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P04	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P05	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P06	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P07	F95CA/15	4318	10.14	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P08	F20CA/21	2189	3.64	3.00	1.30	1.80	13.427	7.703
P09	F20CA/24	2409	4.23	3.00	1.30	1.90	14.165	8.123
P10	F20CA/21	2189	3.64	3.00	1.30	1.80	13.427	7.703
P11	F20CA/27	2789	4.86	3.00	1.30	2.00	14.903	8.543
P12	F95CA/18	5061	12.55	3.30	1.70	1.70	35.25	8.221
P13	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P14	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P15	F95CA/18	5061	12.55	3.30	1.70	1.70	35.25	8.221
P16	F95CA/18	5061	12.55	3.30	1.70	1.70	35.25	8.221
P17	F95CA/30	8210	24.76	3.30	1.80	1.80	39.477	9.107
P18	F95CA/24	6573	18.06	3.30	1.80	1.80	39.477	9.107
P19	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P20	F95CA/18	5061	12.55	3.30	1.70	1.70	35.25	8.221
P21	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P22	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P23	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P24	F95CA/18	5061	12.55	3.30	1.70	1.70	35.25	8.221
P25	F95CA/15	4318	10.14	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P26	F20CA/21	2189	3.64	3.00	1.30	1.80	13.427	7.703
P27	F95CA/18	5061	12.55	3.30	1.70	1.70	35.25	8.221
P28	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P29	F45CA/24	3478	10.45	2.90	1.45	1.45	22.291	5.78
P30	F20CA/24	2409	4.23	3.00	1.30	1.90	14.165	8.123
P31	F95CA/27	7413	21.33	3.30	1.80	1.80	39.477	9.107
P32	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221

APOIO Nº	TIPO DE APOIO	PESO (kg)	ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO APOIO [m³]	CABOUÇOS DAS FUNDAÇÕES			ESCAVAÇÃO [m³]	BETÃO [m³]
				h [m]	a [m]	b [m]		
P33	F95CA/30	8210	24.76	3.30	1.80	1.80	39.477	9.107
P34	F95CA/27	7413	21.33	3.30	1.80	1.80	39.477	9.107
P35	F20CA/24	2409	4.23	3.00	1.30	1.90	14.165	8.123
P36	F45CA/21	3116	8.79	2.90	1.45	1.45	22.291	5.78
P37	F45CA/18	2598	7.26	2.90	1.45	1.45	22.291	5.78
P38	F20CA/21	2189	3.64	3.00	1.30	1.80	13.427	7.703
P39	F20CA/21	2189	3.64	3.00	1.30	1.80	13.427	7.703
P40	F20CA/30	3072	5.53	3.00	1.30	2.00	14.903	8.854
P41	F95CA/18	5061	12.55	3.30	1.70	1.70	35.25	8.221
P42	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P43	F95CA/18	5061	12.55	3.30	1.70	1.70	35.25	8.221
P44	F20CA/24	2409	4.23	3.00	1.30	1.90	14.165	8.123
P45	F95CA/15	4318	10.14	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P46	F20CA/21	2189	3.64	3.00	1.30	1.80	13.427	7.703
P47	F95CA/18	5061	12.55	3.30	1.70	1.70	35.25	8.221
P48	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P49	WR1	7880	27.41	2.40	1.70	1.70	28.733	10.425
P50	WR1	7880	27.41	2.40	1.70	1.70	28.733	10.425
P51	F95CA/24	6573	18.06	3.30	1.80	1.80	39.477	9.107
P52	F95CA/30	8210	24.76	3.30	1.80	1.80	39.477	9.107
P53	F95CA/18	5061	12.55	3.30	1.70	1.70	35.25	8.221
P54	F45CA/24	3478	10.45	2.90	1.45	1.45	22.291	5.78
P55	F20CA/24	2409	4.23	3.00	1.30	1.90	14.165	8.123
P56	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P57	F95CA/18	5061	12.55	3.30	1.70	1.70	35.25	8.221
P58	F20CA/27	2789	4.86	3.00	1.30	2.00	14.903	8.543
P59	F20CA/27	2789	4.86	3.00	1.30	2.00	14.903	8.543
P60	F95CA/18	5061	12.55	3.30	1.70	1.70	35.25	8.221
P61	F20CA/21	2189	3.64	3.00	1.30	1.80	13.427	7.703
P62	F20CA/18	1901	3.10	3.00	1.20	1.80	12.409	7.225
P63	F95CA/18	5061	12.55	3.30	1.70	1.70	35.25	8.221
P64	F95CA/24	6573	18.06	3.30	1.80	1.80	39.477	9.107
P65	F95CA/24	6573	18.06	3.30	1.80	1.80	39.477	9.107
P66	F95CA/24	6573	18.06	3.30	1.80	1.80	39.477	9.107
P67	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P68	F95CA/30	8210	24.76	3.30	1.80	1.80	39.477	9.107
P69	F95CA/21	5807	15.23	3.30	1.70	1.70	35.245	8.221
P70	F95CA/27	7413	21.33	3.30	1.80	1.80	39.477	9.107
P71	F95CA/24	6573	18.06	3.30	1.80	1.80	39.477	9.107

APOIO Nº	TIPO DE APOIO	PESO (kg)	ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO APOIO [m ³]	CABOUÇOS DAS FUNDAÇÕES			ESCAVAÇÃO [m ³]	BETÃO [m ³]
				h [m]	a [m]	b [m]		
P72	F45CA/18	2598	7.26	2.90	1.45	1.45	22.291	5.78
P73	F95CA/24	6573	18.06	3.30	1.80	1.80	39.477	9.107
P16/74	WT1	10820	42.25	3.30	1.90	1.90	48.91	16.987
		371980	980.03				2240.989	618.214



TIPO	a (m)	e (m)	h (m)	Malha	Peso Arm. (Kg)
DRE 021	1.00	0.50	2.10	#6 Ø8	45
DRE 023	1.10	0.50	2.10	#6 Ø10	55
DRE 027	1.30	0.50	2.10	#8 Ø10	65
DRE 031	1.30	0.50	2.25	#8 Ø10	70
DRE 035	1.50	0.60	2.25	#10 Ø10	90
DRE 040	1.50	0.60	2.40	#10 Ø10	90
DRE 045	1.70	0.70	2.40	#12 Ø10	115
DRE 052	1.70	0.70	2.60	#12 Ø10	115
DRE 060	1.70	0.70	2.80	#12 Ø10	115
DRE 066	1.80	0.70	2.85	#12 Ø12	160
DRE 073	1.80	0.70	3.00	#12 Ø12	160

Betão= B 25/30
Aço= A 400NR
Rec.= 5cm

Nota:

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

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

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

MACIÇOS DE FUNDAÇÃO
DE DRE021 A DRE073

RENX

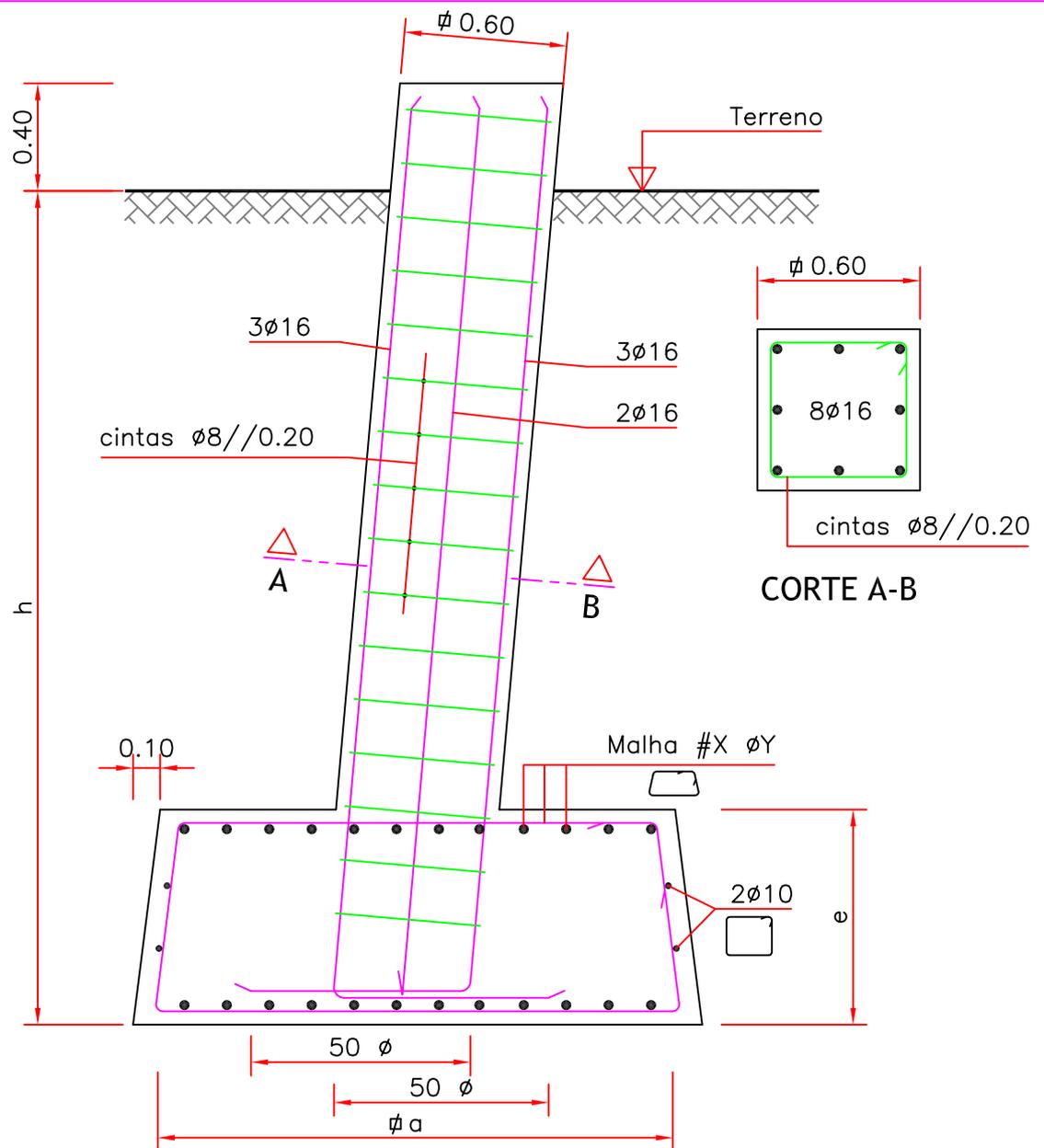
Rede Eléctrica Nacional, S.A.
DIVISÃO EQUIPAMENTO

Desenho N°
LD31045

Revisão
D
Formato
A4
N° folha
.

Escala
S/ESCALA

FICHEIRO AUTOCAD: LD31045.dwg



TIPO	a (m)	e (m)	h (m)	Malha	Peso Arm. (Kg)
DRE 081	1.90	0.80	3.10	#12 Ø12	200
DRE 092	1.90	0.80	3.30	#12 Ø12	205
DRE 101	2.10	0.80	3.30	#16 Ø12	260
DRE 114	2.10	0.80	3.50	#16 Ø12	260
DRE 124	2.30	0.80	3.50	#16 Ø12	275
DRE 135	2.50	0.85	3.50	#16 Ø12	290
DRE 147	2.70	0.90	3.50	#18 Ø12	330
DRE 159	2.90	0.95	3.50	#18 Ø12	360
DRE 171	3.10	1.00	3.50	#20 Ø12	410

Betão= B 25/30
Aço= A 400NR
Rec.= 5cm

Nota:

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

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

FICHEIRO AUTOCAD: LD31046.dwg

Desenhado
Alcide Silva

Verificado
Carlos Homem

Estado
Released

Manuel Severina

Data
3/3/2009

MACIÇOS DE FUNDAÇÃO
DE DRE081 A DRE171

REN

Rede Eléctrica Nacional, S.A.
DIVISÃO EQUIPAMENTO

Desenho N°
LD31046

Revisão
D

Formato
A4

N° folha
.

Escala
S/ESCALA



Poste Tipo F20CA – Condições de Utilização

Acções dos Cabos [daN]

Artº RSLEAT	Hip. de Cálc.	Coef. de Seg.	Ft0	F10	Fv0	Ft1	F11	Fv1	Ft2	F12	Fv2	Ft3	F13	Fv3
56° (1)	Hip. 1 Hip. 2	1,50 1,50	375	125	500	450	25	750	450	25	750	450	25	750

(1) Esta Hipótese não é considerada por ser menos gravosa que a anterior.

Utilização

TENSÃO [kV]	FUNÇÃO	CABOS A UTILIZAR	CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO			
			Vão Top. [m]	Vão Grav. [m]	Ângulo [grados]	Rotura [daN]
60	Alinhamento	CG:ACSR 130 mm ² CC: ACSR 325 mm ²	430 360(2)	600	0	-

(2) Nas alturas fora do solo de 32,6, 35,6 e 38,6 m (vento de 900 Pa sobre os cabos).

Características

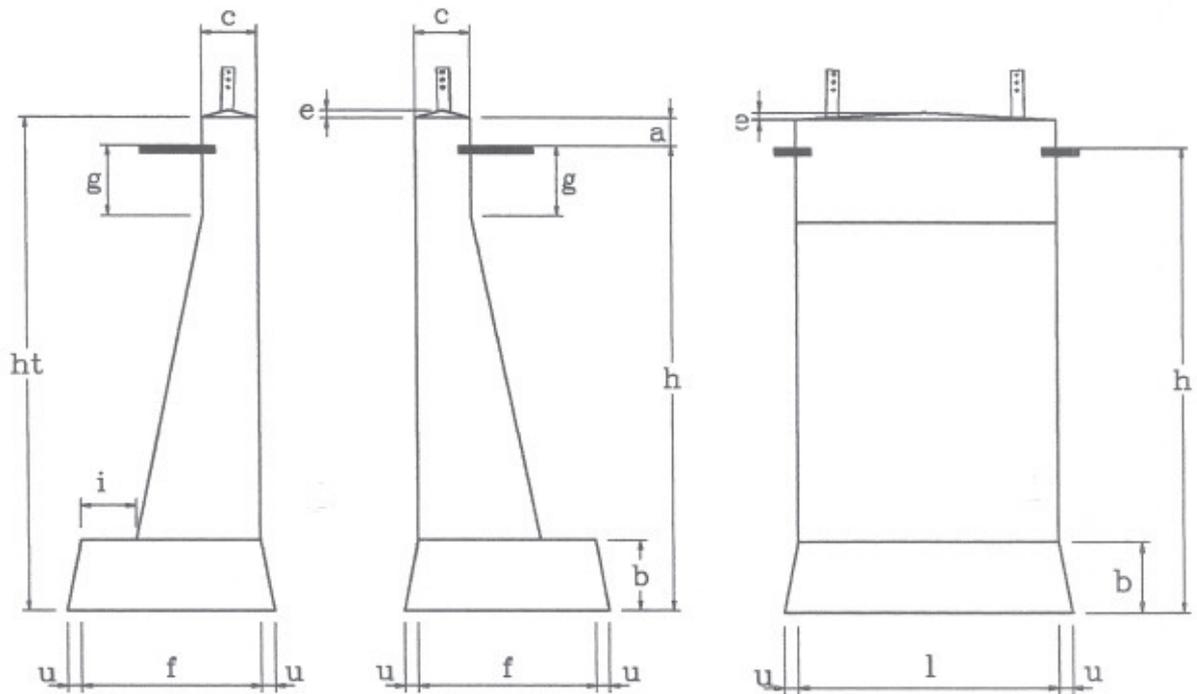
Refº do poste	Altura do apoio fora do solo [m]	Altura ao solo da consola inferior [m]	Peso aproximado do apoio [kg] (*)	Fundações (#)	
				Volume de Escavação [m ³]	Volume de Betão [m ³]
F20CA/15	20,6	15,6	1685	11,727	6,831
F20CA/18	23,6	18,6	1901	12,409	7,225
F20CA/21	26,6	21,6	2189	13,427	7,703
F20CA/24	29,6	24,6	2409	14,165	8,123
F20CA/27	32,6	27,6	2789	14,903	8,543
F20CA/30	35,6	30,6	3072	14,903	8,543
F20CA/33	38,6	33,6	3434	15,641	8,963

(*)Peso teórico. Inclui consolas, barras das fundações, parafusos e galvanização.

(#) Dimensionadas para terrenos com o coeficiente de compressibilidade igual a 70N/cm³. Volumes de escavação e de betão por apoio.



Poste Tipo F20CA - Fundações



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

Dimensões da Fundação

Ref° do poste	Altura ao solo da consola inferior [m]	a [m]	h [m]	ht [m]	c [m]	f [m]	l [m]	b [m]	i [m]	g [m]	u [m]
F20CA/15	15.6	0.2	2.8	3.0	0.4	1.2	1.7	0.5	0.4	0.5	0.1
F20CA/18	18.6	0.2	2.8	3.0	0.4	1.2	1.8	0.5	0.4	0.5	0.1
F20CA/21	21.6	0.2	2.8	3.0	0.4	1.3	1.8	0.5	0.4	0.5	0.1
F20CA/24	24.6	0.2	2.8	3.0	0.4	1.3	1.9	0.5	0.4	0.5	0.1
F20CA/27	27.6	0.2	2.8	3.0	0.4	1.3	2.0	0.5	0.4	0.5	0.1
F20CA/30	30.6	0.2	2.8	3.0	0.4	1.3	2.0	0.5	0.4	0.5	0.1
F20CA/33	33.6	0.2	2.8	3.0	0.4	1.3	2.1	0.5	0.4	0.5	0.1



Poste Tipo F45CA - Condições de Utilização

Acções dos Cabos [daN]

Artº RSLEAT	Hip. de Cálc.	Coef. de Seg.	Ft0	Ff0	Fv0	Ft1	Ff1	Fv1	Ft2	Ff2	Fv2	Ft3	Ff3	Fv3
60°	Hip. 1	1,50	1250	125	500	1025	25	500	1025	25	500	1025	25	500
	Hip. 2	1,50	0	1250	500	0	1000	500	0	1000	500	0	1000	500
	Hip. 3	1,25	1000	125	500	400	1500	250	800	25	500	800	25	500

Utilização

TENSÃO [kV]	FUNÇÃO	CABOS A UTILIZAR	CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO			
			Vão Top. [m]	Vão Grav. [m]	Ângulo [grados]	Rotura [daN]
60	Reforço em Ângulo	CG: ACSR 130 mm ² CC: ACSR 160 mm ²	370 310(1)	800	36	1530 1430

(1) Nas alturas fora do solo de 32.6, 35.6 e 38.6 m (vento de 900 Pa sobre os cabos).

Características

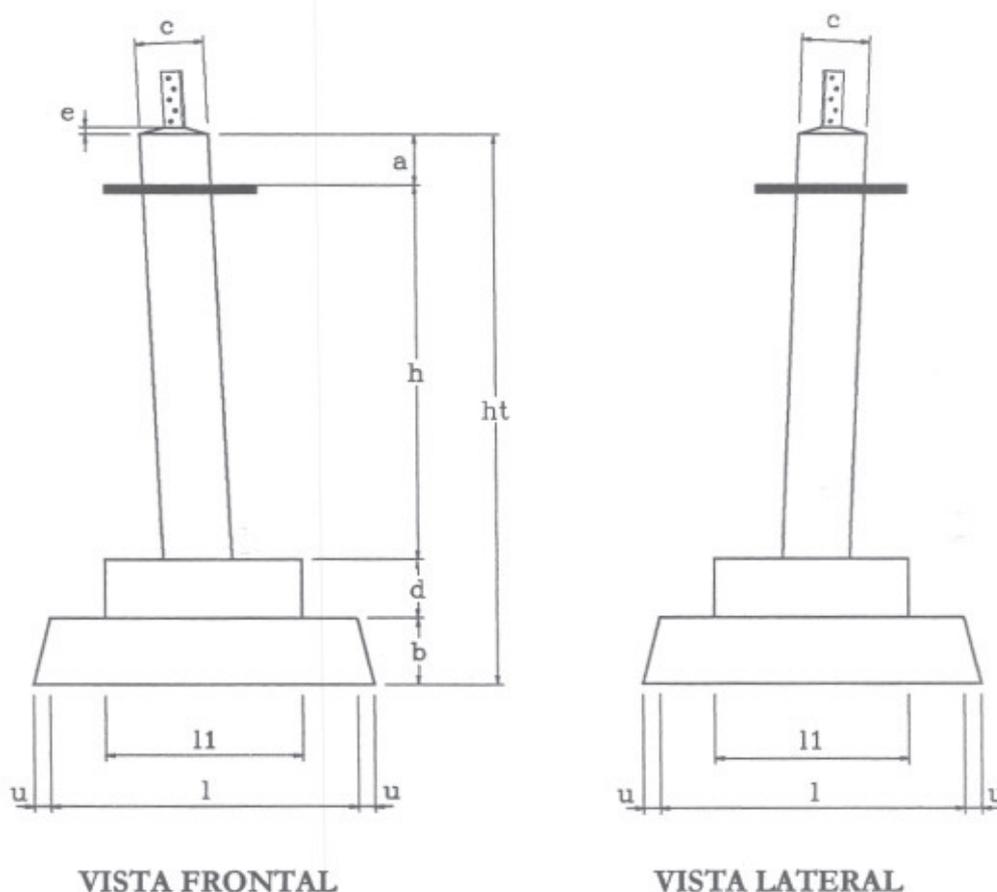
Refº do poste	Altura do apoio fora do solo [m]	Altura ao solo da consola inferior [m]	Peso aproximado do apoio [kg] (*)	Fundações (#)	
				Volume de Escavação [m³]	Volume de Betão [m³]
F45CA/15	20.7	15.6	2297	22.291	5.780
F45CA/18	23.7	18.6	2598	22.291	5.780
F45CA/21	26.7	21.6	3116	22.291	5.780
F45CA/24	29.6	24.6	3478	22.291	5.780
F45CA/27	32.6	27.6	4048	22.291	5.780
F45CA/30	35.6	30.6	4504	22.291	5.780
F45CA/33	38.6	33.6	5226	22.291	5.780

(*) Peso teórico. Inclui consolas, barras das fundações, parafusos e galvanização.

(#) Dimensionadas para terrenos com o coeficiente de compressibilidade igual a 70N/cm³. Volumes de escavação e de betão por apoio.



Poste Tipo F45CA - Fundações



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

Dimensões da Fundação

Ref° do poste	Altura ao solo da consola inferior [m]	a [m]	h [m]	ht [m]	c [m]	l [m]	l1 [m]	b [m]	d [m]	e [m]	u [m]
F45CA/15	15.6	0.3	1.95	2.9	0.4	1.45	0.9	0.35	0.3	0.05	0.1
F45CA/18	18.6	0.3	1.95	2.9	0.4	1.45	0.9	0.35	0.3	0.05	0.1
F45CA/21	21.6	0.3	1.95	2.9	0.4	1.45	0.9	0.35	0.3	0.05	0.1
F45CA/24	24.6	0.3	1.95	2.9	0.4	1.45	0.9	0.35	0.3	0.05	0.1
F45CA/27	27.6	0.3	1.95	2.9	0.4	1.45	0.9	0.35	0.3	0.05	0.1
F45CA/30	30.6	0.3	1.95	2.9	0.4	1.45	0.9	0.35	0.3	0.05	0.1
F45CA/33	33.6	0.3	1.95	2.9	0.4	1.45	0.9	0.35	0.3	0.05	0.1



Apoios série F

Poste Tipo F65CA - Condições de Utilização

Acções [daN]

Artº RSLEAT	Hip. de Cálc.	Coef. de Seg.	Ft0	F10	Fv0	Ft1	F11	Fv1	Ft2	F12	Fv2	Ft3	F13	Fv3
56º	Hip. 1	1,50	1125	125	500	1750	50	750	1750	50	750	1750	50	750
	Hip. 3	1,25	875	125	500	800	2925	325	1600	50	750	1600	50	750

Utilização

TENSÃO [kV]	FUNÇÃO	CABOS A UTILIZAR	CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO			
			Vão Top. [m]	Vão Grav. [m]	Ângulo [grados]	Rotura [daN]
60	Reforço em Ângulo	CG: ACSR 130 mm ² CC: ACSR 325 mm ²	400 330 (1)	570	30	1530 2940

(1) Nas alturas fora do solo de 32,7, 35,7 e 38,7 m (vento de 900 Pa sobre os cabos).

Características

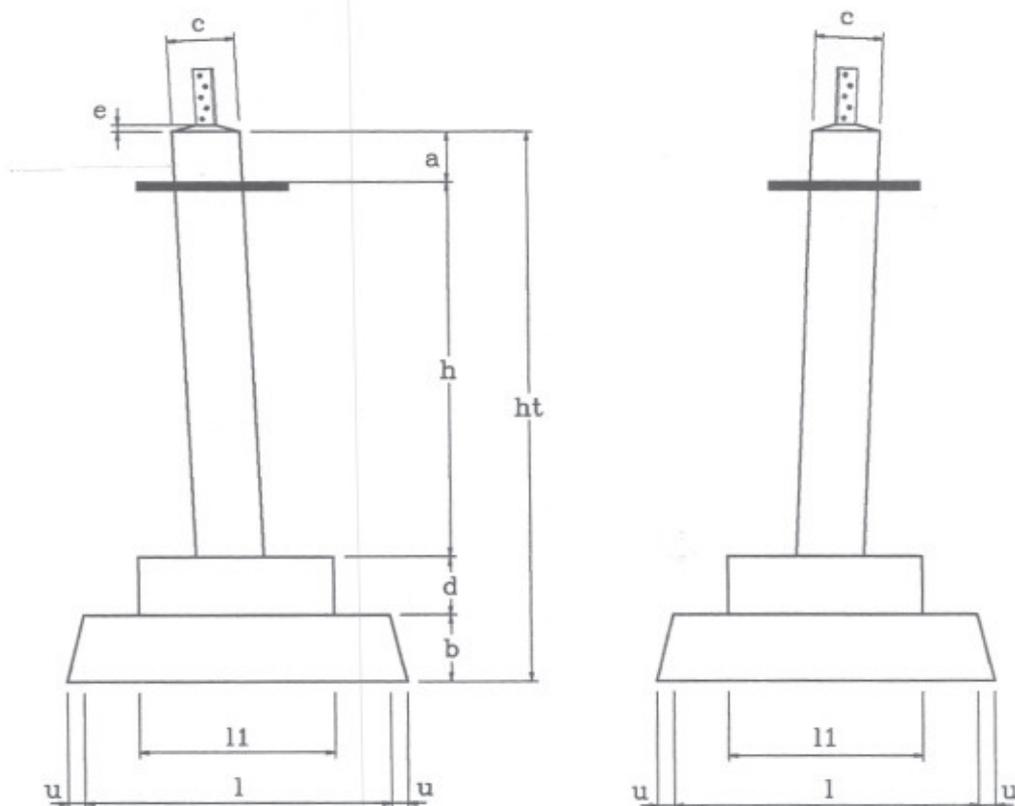
Refº do poste	Altura do apoio fora do solo [m]	Altura ao solo da consola inferior [m]	Peso aproximado do apoio [kg] (*)	Fundações (#)	
				Volume de Escavação [m ³]	Volume de Betão [m ³]
F65CA/15	20.7	15.7	3072	37.331	8.807
F65CA/18	23.7	18.7	3499	37.331	8.807
F65CA/21	26.7	21.7	4069	37.331	8.807
F65CA/24	29.7	24.6	4532	37.331	8.807
F65CA/27	32.7	27.6	5153	37.331	8.807
F65CA/30	35.7	30.7	5648	37.331	8.807
F65CA/33	38.7	33.7	6518	37.331	8.807

(*) Peso teórico. Inclui consolas, barras das fundações, parafusos e galvanização.

(#) Dimensionadas para terrenos com o coeficiente de compressibilidade igual a 70N/cm³. Volumes de escavação e de betão por apoio.



Poste Tipo F65CA – Fundações



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

Dimensões da Fundação

Refº do poste	Altura ao solo da consola inferior [m]	a [m]	h [m]	ht [m]	c [m]	l [m]	l1 [m]	b [m]	d [m]	e [m]	u [m]
F65CA/15	15.7	0.3	2.25	3.3	0.4	1.75	1.1	0.4	0.35	0.05	0.1
F65CA/18	18.7	0.3	2.25	3.3	0.4	1.75	1.1	0.4	0.35	0.05	0.1
F65CA/21	21.7	0.3	2.25	3.3	0.4	1.75	1.1	0.4	0.35	0.05	0.1
F65CA/24	24.6	0.3	2.25	3.3	0.4	1.75	1.1	0.4	0.35	0.05	0.1
F65CA/27	27.6	0.3	2.25	3.3	0.4	1.75	1.1	0.4	0.35	0.05	0.1
F65CA/30	30.7	0.3	2.25	3.3	0.4	1.75	1.1	0.4	0.35	0.05	0.1
F65CA/33	33.7	0.3	2.25	3.3	0.4	1.75	1.1	0.4	0.35	0.05	0.1



Poste Tipo F95CA - Condições de Utilização

Acções dos Cabos[daN]

Artº RSLEAT	Hip. de Cál.	Coef. de Seg.	Ft0	F10	Fv0	Ft1	F11	Fv1	Ft(i)	F1(i)	Fv(i)
Ref. Âng. 60°	Hip. 1	1,50	1446	123	343	2525	49	784	2525	49	784
60°	Hip. 3	1,25	1054	123	343	1078	2941	490	2034	49	784
60°	Hip. 3	1,25	539	1530	245	2034	49	784	2034	49	784
F. Linha 62°	Hip. 1	1,50	172	1250	245	245	2402	490	245	2402	490
62°	Hip. 2	1,25	0	1250	245	0	2941	490	0	2490	490
62°	Hip. 2	1,25	0	1530	245	0	2490	490	0	2490	490

i=2,3

Utilização

TENSÃO [kV]	FUNÇÃO	CABOS A UTILIZAR	CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO			
			Vão Top. [m]	Vão Grav. [m]	Ângulo [grados]	Rotura [daN]
60	Reforço em Ângulo	CG:ACSR130 mm ²	400	600	48	1530
		CC:ACSR325 mm ²	330(1)			2940
60	Fim de Linha(2)	CG:ACSR130 mm ²	210	360	0	1530
		CC:ACSR325 mm ²	170(1)			2940

(1) Nas alturas fora do solo de 32.6, 35.6 e 38.6 m (vento de 900 Pa sobre os cabos).

(2) Diferença das trações longitudinais nos vãos adjacentes será : CG= 280 e CC= 540 daN.

Características

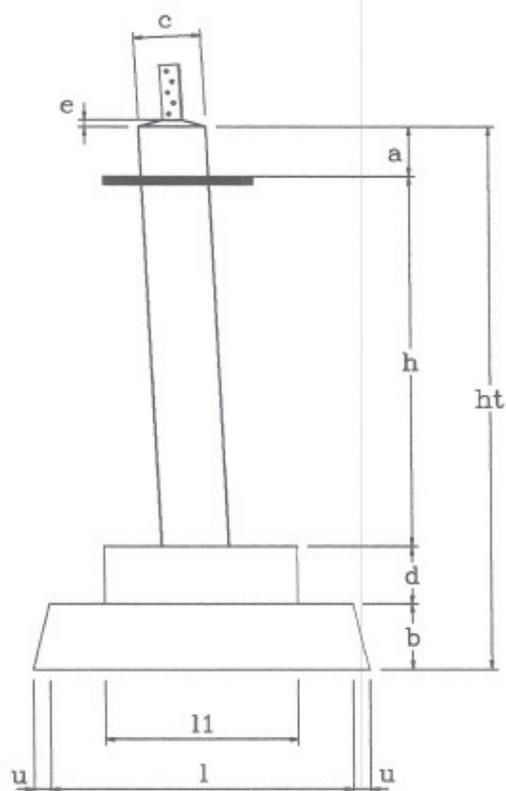
Refº do poste	Altura do apoio fora do solo [m]	Altura ao solo da consola inferior [m]	Peso aproximado do apoio [kg] (*)	Fundações (#)	
				Volume de Escavação [m ³]	Volume de Betão [m ³]
F95CA/15	21.1	15.6	4318	35.245	8.221
F95CA/18	24.1	18.6	5061	35.245	8.221
F95CA/21	27.1	21.6	5807	35.245	8.221
F95CA/24	30.1	24.6	6573	39.477	9.107
F95CA/27	33.1	27.6	7413	39.477	9.107
F95CA/30	36.1	30.6	8210	39.477	9.107
F95CA/33	39.1	33.6	9150	39.477	9.107

(*) Peso teórico. Inclui consolas, barras das fundações, parafusos e galvanização.

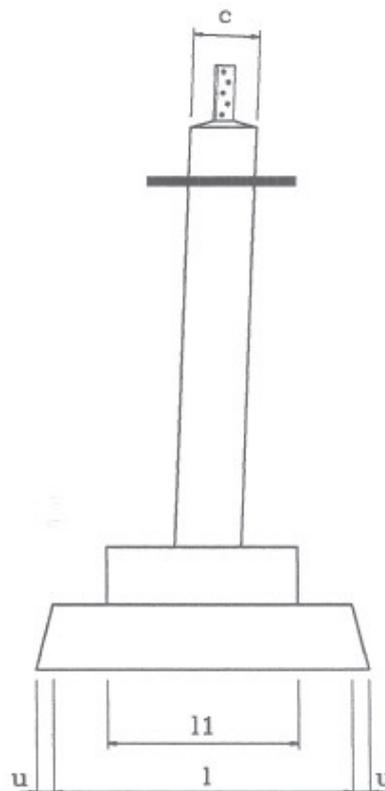
(#) Dimensionadas para terrenos com o coeficiente de compressibilidade igual a 70N/cm³. Volumes de escavação e de betão por apoio.



Poste Tipo F95CA - Fundações



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

Dimensões da Fundação

Ref° do poste	Altura ao solo da consola inferior [m]	a [m]	h [m]	ht [m]	c [m]	l [m]	l1 [m]	b [m]	d [m]	e [m]	u [m]
F95CA/15	15.6	0.3	2.25	3.3	0.4	1.7	1.0	0.4	0.35	0.05	0.1
F95CA/18	18.6	0.3	2.25	3.3	0.4	1.7	1.0	0.4	0.35	0.05	0.1
F95CA/21	21.6	0.3	2.25	3.3	0.4	1.7	1.0	0.4	0.35	0.05	0.1
F95CA/24	24.6	0.3	2.25	3.3	0.4	1.8	1.1	0.4	0.35	0.05	0.1
F95CA/27	27.6	0.3	2.25	3.3	0.4	1.8	1.1	0.4	0.35	0.05	0.1
F95CA/30	30.6	0.3	2.25	3.3	0.4	1.8	1.1	0.4	0.35	0.05	0.1
F95CA/33	33.6	0.3	2.25	3.3	0.4	1.8	1.1	0.4	0.35	0.05	0.1

ANEXO 06 – CAMPO ELÉTRICO E MAGNÉTICO

CAMPO ELÉTRICO E CAMPO MAGNÉTICO

01 INTRODUÇÃO

O Conselho Europeu emitiu, em 12 de Julho de 1999, uma recomendação sobre os limites de exposição do público em geral aos campos eletromagnéticos, na gama de frequências de 0 Hz – 300 GHz (Doc. Refª 1999/519/CE), e que foi ratificada por Portugal (o estado Português esteve representado pela Srª Ministra da Saúde). No ponto 10 desta recomendação faz-se referência à adoção pelo Comité Científico da Comissão das recomendações do ICNIRP (International Commission on Non-Ionising Radiation Protection). No Anexo III desta recomendação sobre “Níveis de Referência”, apresentam-se os valores limites de exposição do público em geral, os quais são coincidentes com os do ICNIRP, e que são os seguintes:

Limites de Exposição a Campos Elétricos e Magnéticos a 50 Hz		
Características de Exposição	Campo Elétrico [kV/m]	Densidade do Fluxo Magnético [μ T]
Público Permanente	5	100

De salientar que a Organização Mundial de Saúde adotou igualmente os valores do ICNIRP como valores de referência.

Nas linhas de 30 kV, não ocorrem valores superiores aos referidos atrás. Esta conclusão está bem fundamentada por análise comparativa com cálculos teóricos e medições efetuadas em linhas similares em Portugal e em todo o mundo. O cálculo concreto dos valores do campo elétrico e magnético para o traçado da linha em projeto apresenta-se nas seções seguintes.

Adicionalmente, são garantidas as disposições estabelecidas no Decreto-Lei nº 11/2018 de 15 de fevereiro, onde se encontram definidos os critérios para a minimização da exposição a campos eletromagnéticos a serem respeitados no planeamento e construção de novas infraestruturas elétricas de alta e muito alta tensão.

02 CÁLCULO DO CAMPO ELÉTRICO

O cálculo do campo elétrico efetua-se a partir do conhecimento das cargas elétricas em cada um dos cabos da linha. Considerou-se a configuração correspondente a um circuito trifásico com condutores simples e um cabo de guarda; a disposição geométrica dos cabos corresponde a um triângulo com um lado vertical, em relação aos condutores, com o cabo de guarda sobre a bissetriz da altura do triângulo.

O cabo de guarda é considerado ao potencial do solo (diretamente ligado à terra nos apoios), considerando-se os condutores a uma distância ao solo correspondente à distância mínima absoluta em todo o projeto, ou seja a menor distância ao solo para a situação de flecha máxima prevista.

Para o cálculo da distribuição de cargas elétricas sobre os condutores da linha considerou-se um modelo de cálculo bidimensional onde a geometria é definida num plano vertical transversal à linha, o solo é suposto plano, horizontal e de extensão infinita.

Os valores que se obtêm correspondem portanto a valores máximos absolutos do campo elétrico, nos planos horizontais em que foram calculados e que correspondem, sensivelmente ao nível do solo e ao nível da cabeça de um homem (1,80 m do solo).

Neste modelo os condutores são também supostos paralelos entre si e ao solo, e os condutores inferiores situam-se a uma distância do solo correspondente ao mínimo absoluto acima referido; o plano de corte transversal considera-se afastado dos apoios, desprezando assim a influência dos mesmos que, neste caso, o efeito écran diminui os valores do campo.

Nesta conformidade o vetor de fasores das cargas $[(q_r + j \cdot q_i)]$, $j = 1, \dots, 4$ calcula-se através de $[Q] = [P]^{-1} \times [V]$

onde $[P]$ é a matriz dos coeficientes de potencial de Maxwell e $[(v_r + j \cdot v_i)]$, $j = 1, \dots, 4$ o vetor de fasores de tensões.

A matriz [P] é simétrica e os seus elementos definidos por

$$P_{ii} = \frac{1}{2\pi \cdot \epsilon} \times \ln \frac{dT}{dt} = 0$$

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

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

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

$$E_j = E_{x,j} \times \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} + E_{y,j} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

onde as componentes horizontal e vertical do campo referentes à carga j são dadas pelo método das imagens.

As componentes horizontal e vertical referentes a todas as cargas obtêm-se fazendo o somatório das contribuições de todas as cargas.

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

$$\vec{E} = (E_x \times E_y) = (E_{x,r} + j \cdot E_{x,i}, E_{y,r} + j \cdot E_{y,i})$$

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

O valor E_α do módulo do campo ao longo de uma direção definida por um ângulo α , medido em relação à horizontal, é dado por

$(E_\alpha)^2 = (E_{ry} \times \sin(\alpha) + E_{rx} \times \cos(\alpha))^2 + (E_{iy} \times \sin(\alpha) + E_{ix} \times \cos(\alpha))^2$ cujo máximo em α deverá satisfazer

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

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

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

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

03 CÁLCULO DO CAMPO MAGNÉTICO

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

$$H_{ij} = \frac{I_i \cdot r_{j,i}}{2\pi \cdot r_{i,j}^2} = \frac{I_i}{2\pi \cdot r_{i,j}} \cdot \phi_{i,j}$$

onde $\phi_{i,j}$ é o vetor unitário na direção do produto externo do vetor corrente com o vetor $r_{i,j}$. Teremos portanto

$$\phi_{i,j} = - \frac{y_i - y_j}{r_{i,j}} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} + \frac{x_i - x_j}{r_{i,j}} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ e } r_{i,j} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

O campo magnético total é dado pela soma das contribuições devidas às correntes em todos os condutores, desprezando as correntes de retorno pela terra e corrente no cabo de guarda.

$$H_j = \sum_{i=1}^3 \frac{I_i}{2 \cdot \pi \cdot r_{i,j}} \cdot \phi_{i,j}$$

A densidade de fluxo magnético é então $B = \mu \cdot H$ onde $\mu = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ tanto no solo como no ar.

A intensidade de corrente considerada foi a prevista no presente projeto.

04 CÁLCULOS E CONCLUSÕES

Para efeitos de cálculo dos valores de campo elétrico e magnético, consideraram-se as condições de instalação dos cabos no vão mais desfavorável.

Tendo em atenção o valor de corrente e tensão de serviço da linha, verifica-se, nos gráficos seguintes, que os valores obtidos para o campo elétrico e para a densidade de fluxo magnético se encontram consideravelmente abaixo dos limites máximos de exposição a esses campos.

Poderá assim considerar-se que o campo elétrico e o campo magnético resultantes da presença da linha não produzem uma afetação apreciável sobre o meio envolvente.

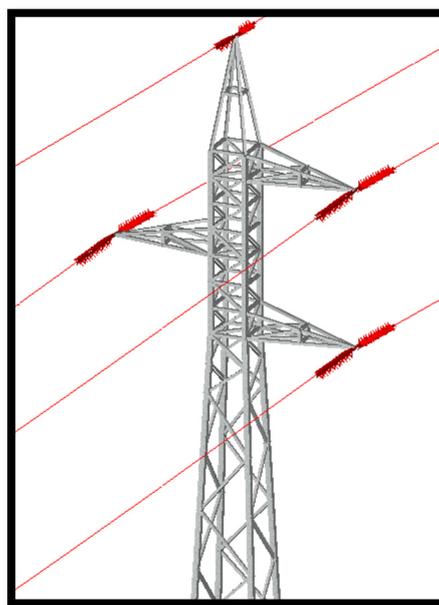
04.01 CAMPO ELÉTRICO

Na tabela as designações são as seguintes:

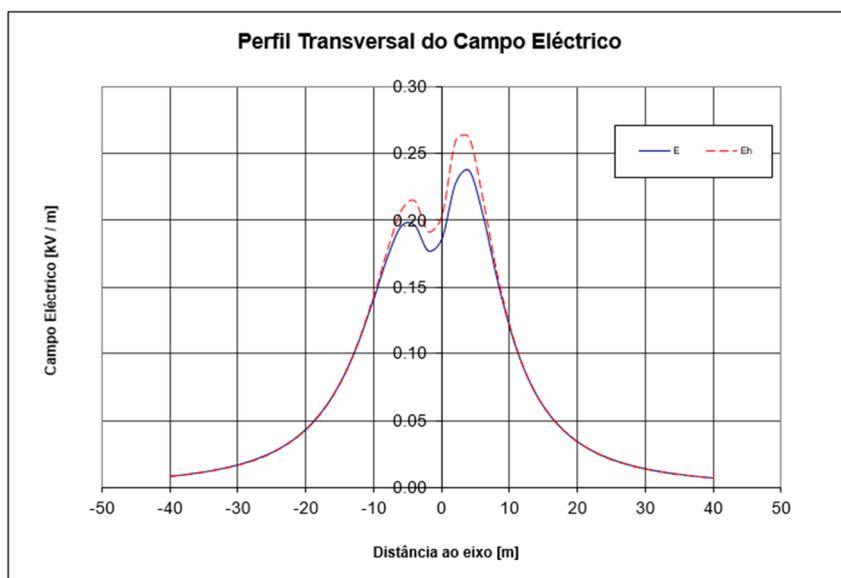
- D_{solo} – distância ao eixo da linha em metros;
- h – distância ao solo;
- E – campo elétrico ao nível do solo, em kV/m;
- E_h – valor do campo elétrico a uma distância h , em kV/m;

No gráfico o eixo dos yy representa o Campo Elétrico [kV/m] e o eixo dos xx representa a distância ao eixo da linha [m].

Dsolo	h = 0 [m]	h= 1,8 [m]
xN	E	Eh
-40	0.01	0.01
-38	0.01	0.01
-36	0.01	0.01
-34	0.01	0.01
-32	0.01	0.01
-30	0.02	0.02
-28	0.02	0.02
-26	0.02	0.02
-24	0.03	0.03
-22	0.04	0.04
-20	0.04	0.04
-18	0.05	0.05
-16	0.07	0.07
-14	0.09	0.09
-12	0.11	0.11
-10	0.14	0.14
-8	0.17	0.18
-6	0.20	0.21
-4	0.20	0.21
-2	0.18	0.19
0	0.19	0.20
2	0.23	0.26
4	0.24	0.26
6	0.20	0.22
8	0.16	0.16
10	0.12	0.12
12	0.09	0.09
14	0.07	0.07
16	0.05	0.05
18	0.04	0.04
20	0.03	0.03
22	0.03	0.03
24	0.02	0.02
26	0.02	0.02
28	0.02	0.02
30	0.01	0.01
32	0.01	0.01
34	0.01	0.01
36	0.01	0.01
38	0.01	0.01
40	0.01	0.01



Apoio F45/65CA



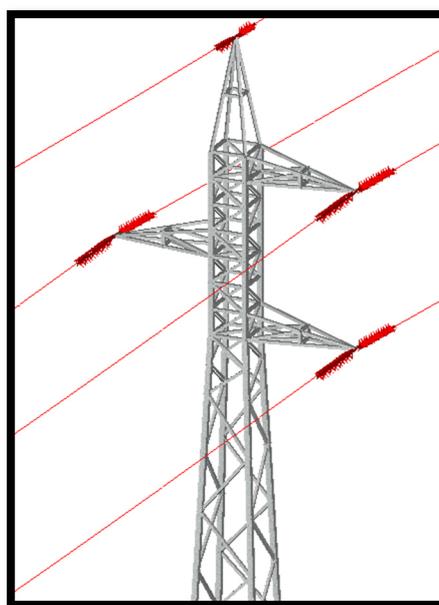
04.02 CAMPO MAGNÉTICO

Na tabela as designações são as seguintes:

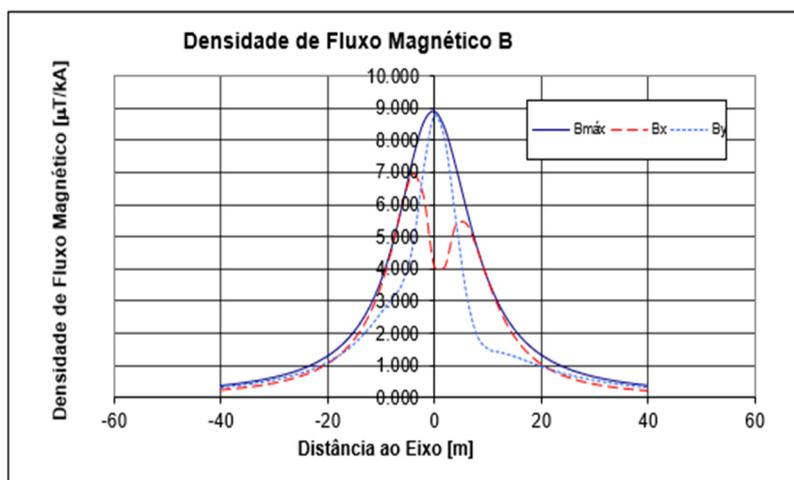
- xN – Distância ao eixo da linha em metros;
- h – Distância ao solo;
- B_{máx} – Valor do módulo do vetor do Campo magnético máximo em μT ;
- B_x – Valor do Campo magnético no vetor x em μT ;
- B_y – Valor do Campo magnético no vetor y em μT .

No gráfico o eixo dos yy representa Densidade de Fluxo Magnético [μT] e o eixo dos xx representa a distância ao eixo da linha [m].

xN	h= 1,8 [m]		
	B _{máx}	B _x	B _y
-40	0.360	0.249	0.343
-38	0.397	0.278	0.377
-36	0.440	0.312	0.415
-34	0.490	0.352	0.460
-32	0.548	0.401	0.512
-30	0.618	0.460	0.573
-28	0.702	0.532	0.645
-26	0.803	0.621	0.731
-24	0.927	0.732	0.835
-22	1.081	0.874	0.960
-20	1.274	1.056	1.115
-18	1.520	1.294	1.306
-16	1.840	1.609	1.546
-14	2.263	2.034	1.846
-12	2.829	2.618	2.216
-10	3.597	3.434	2.644
-8	4.629	4.561	3.081
-6	5.942	5.937	3.556
-4	7.384	6.934	4.712
-2	8.528	6.269	7.067
0	8.889	4.086	8.763
2	8.350	4.056	8.026
4	7.210	5.325	5.615
6	5.886	5.402	3.283
8	4.673	4.633	1.964
10	3.685	3.670	1.546
12	2.924	2.824	1.443
14	2.347	2.166	1.356
16	1.911	1.677	1.244
18	1.578	1.317	1.120
20	1.320	1.051	1.000
22	1.118	0.852	0.889
24	0.957	0.702	0.790
26	0.828	0.587	0.703
28	0.722	0.497	0.627
30	0.635	0.425	0.562
32	0.563	0.368	0.506
34	0.502	0.322	0.456
36	0.450	0.283	0.414
38	0.406	0.252	0.376
40	0.367	0.225	0.343



Apoio F65CA



PEÇAS DESENHADAS