



Especialista global em cabos
e sistemas de cabeamento



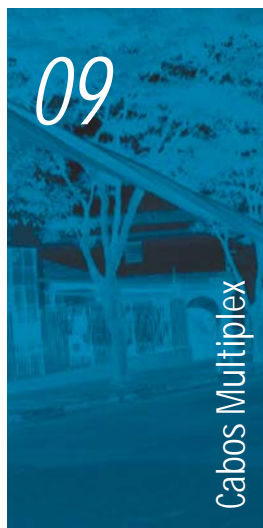
Alumínio
Condutores Isolados e Cobertos



Introdução	04
Aplicações	04
Vantagens.....	04
Segurança.....	05
Confiabilidade e qualidade	05
Índice DEC médio para redes existentes e redes com tecnologia nova.....	05
Índice FEC médio para redes existentes e redes com tecnologia nova.....	05
Instalação de vários circuitos.....	06
Preservação da arborização.....	06
Análise económica	06



Introdução	07
Aplicação	07
Dados construtivos.....	07
Normas de referência	07
Dados construtivos.....	08
Cabo de alumínio coberto em XLPE – mm ²	08
Classe de tensão 15 kV	08
Classe de tensão 25 kV.....	08
Classe de tensão 35 kV.....	08



Introdução.....	09
Comparação entre os materiais de isolamento.....	09
Características dos materiais isolantes.....	10
CABOS MULTIPLEX - SEÇÕES MÉTRICAS	11
Características construtivas.....	11
Normas aplicáveis.....	11
Acondicionamento	11
Dados técnicos.....	12
CABOS MULTIPLEX - BITOLAS AWG	13
Características construtivas.....	13
Normas aplicáveis.....	13
Acondicionamento.....	13
Dados técnicos.....	15
Cálculos mecânicos.....	16
Determinação do esforço total.....	16
Coefficiente de segurança.....	17



CABOS ISOLADOS EM XLPE.....	18
Introdução	18
Principais vantagens	18
Características	18
Normas aplicáveis.....	18
Departamento técnico.....	18
CABOS DE ALUMÍNIO SINGELOS ISOLADOS EM XLPE SEM COBERTURA	19
Dados construtivos	19
Aplicações.....	18
Normas aplicáveis.....	19
CABOS DE ALUMÍNIO ISOLADOS EM XLPE COM COBERTURA EM PVC	20
Dados construtivos	20
Aplicações.....	20
Normas aplicáveis.....	20
Dados técnicos.....	20
Embalagem	22
Bobinas de madeira	22

As informações técnicas contidas neste folheto foram baseadas em dados vigentes na época de sua impressão.
 Durante a utilização deste material promocional poderá haver alterações sempre que as normas ou processos de fabricação forem modificados.

Introdução

O principal objetivo da Rede Compacta é minimizar ou até mesmo acabar com interrupções de energia elétrica em razão do contato eventual ou queda de galhos de árvores sobre a rede de distribuição.

A Rede Compacta é constituída de Cabos de Alumínio Cobertos em XLPE no circuito primário e Cabos Multiplex de Alumínio (isolados) no circuito secundário.

Esse tipo de rede é técnica e economicamente viável para locais densamente arborizados, ruas estreitas e redes com mais de um circuito por estrutura.

Além dessas recomendações, a Rede Compacta é uma alternativa às redes isoladas que possuem altos custos de implantação e manutenção; contribui significativamente com a preservação do ambiente e aumenta a confiabilidade do sistema elétrico reduzindo drasticamente os índices DEC e FEC (duração e frequência das interrupções acidentais respectivamente).

É importante ressaltar que esses índices são rigorosamente acompanhados pela ANEEL com pesadas multas às Concessionárias de Energia.

Aplicações

- Locais densamente arborizados
- Ramais com altas taxas de falhas
- Ruas estreitas
- Redes com mais de um circuito por estrutura
- Condomínios fechados
- Alternativa às redes isoladas (altos custos de implantação)

Vantagens

- Confiabilidade, Qualidade e Segurança
- Solução de problemas
- Melhor relação com o cliente
- Redução dos Custos Operacionais:
 - Menor intervenção na rede
 - Taxa de falhas aproximadamente 15 vezes menor
- Minimização das podas de árvores
- Aumento do Faturamento
- Visualmente agradável



Segurança

- Redução da corrente de fuga (contato acidental)
- Redução de acidentes (próprios ou de terceiros)

Confiabilidade e qualidade

- Redução das falhas no sistema
- Redução do DEC/FEC
- Menor queda de tensão (devido a distância entre fases)
- Redução do campo eletromagnético (RIV – Rádio interferência)

Índice DEC médio para redes existentes e redes com tecnologia nova

Natureza da Interrupção		Valor (h/consumidor-ano)		
		RDA Convencional	RDA Isolada	RDA Protegida
Programada	Construção	1,5	1,5	1,5
	Manutenção	2,25	0,5	0,75
	Terceiros	0,4	0,2	0,25
Acidental	Próprios	2	0,35	0,7
	Meio ambiente	4,25	0,3	0,45
	Outros	1,1	0,4	0,55
	Total	11,5	3,25	4,2

Nota:

1– DEC Médio nas empresas do RJ, MG, SP, PR

2– Interrupções sustentadas e momentâneas

Índice FEC médio para redes existentes e redes com tecnologia nova

Natureza da interrupção		Valor (h/consumidor-ano)		
		RDA Convencional	RDA Isolada	RDA Protegida
Programada		2,4	1,5	1,7
Acidental		6,6	1,5	2,3
Total		9,0	3,0	4,0

Nota:

1– FEC Médio nas empresas do RJ, MG, SP, PR

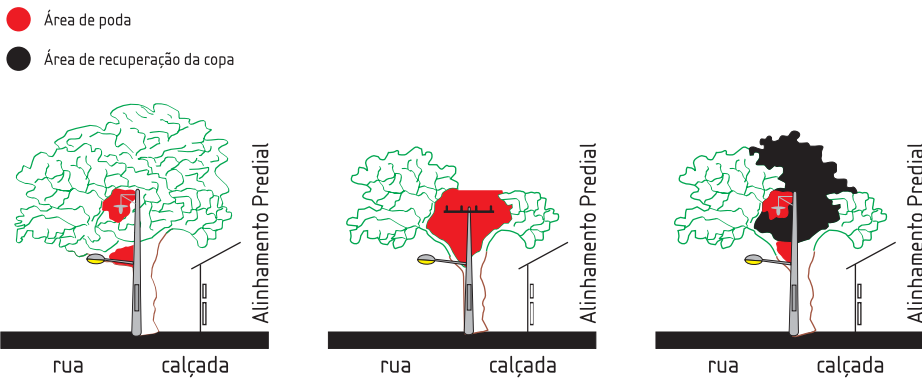
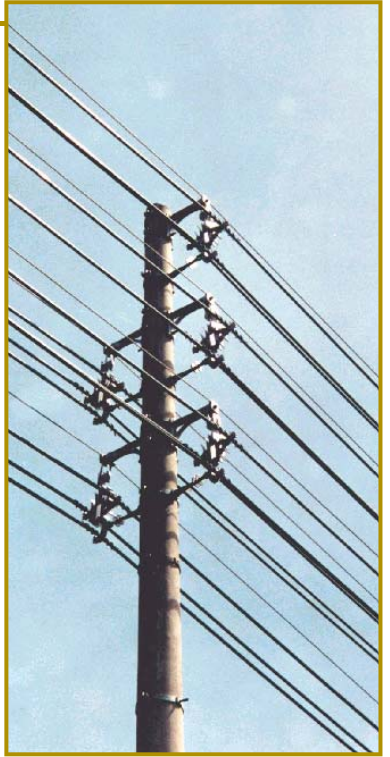
2– Interrupções sustentadas (> 3 minutos)

Instalação de vários circuitos

Admite-se até 6 (seis) Circuitos Primários sem dificultar a operação e a manutenção, inclusive com Linha Viva.

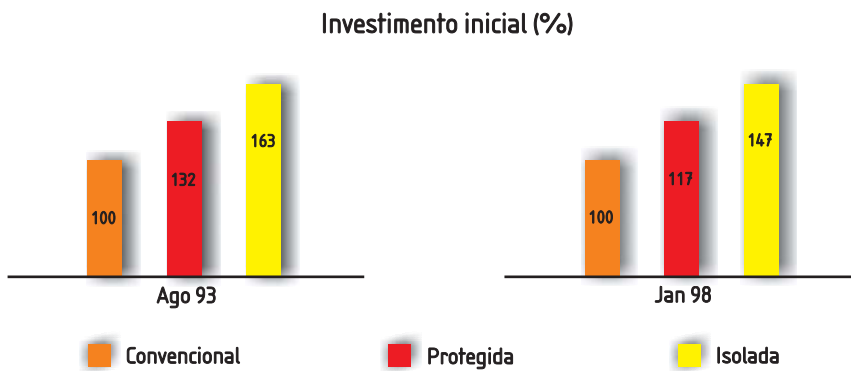
Preservação da arborização

- Redução na área de poda
- Aumento no tempo entre as podas de árvores



Análise econômica

- Investimento inicial (aproximadamente 17% maior)
- Taxa de falhas reduzida
- Manutenção preventiva e corretiva menor



Fonte: Cemig



Introdução

A utilização de condutores nus em linhas aéreas de distribuição de energia, em regiões arborizadas, leva a frequentes desligamentos em razão do contato eventual dos galhos das árvores com o condutor.

Para solucionar este problema a NEXANS, através de sua unidade industrial de Lorena/SP, produz o cabo de alumínio coberto em polietileno reticulado (XLPE) para média tensão (15 a 34,5kV).

O cabo de alumínio coberto em XLPE é constituído por um condutor redondo compactado, formado por fios de alumínio, podendo ser bloqueado ou não, e com uma cobertura em polietileno reticulado (XLPE) na cor preta ou cinza, com características especiais para resistência ao trilhamento elétrico (tracking) e resistente aos raios ultra-violeta.

O XLPE por se tratar de um material termofixo, permite a operação até 90°C em regime contínuo, o que significa uma ampacidade maior se comparado com materiais termoplásticos.

O cabo coberto NEXANS possibilita uma convivência harmoniosa entre a instalação e o meio ambiente.

Aplicação

Em linhas aéreas de distribuição primária de energia elétrica localizada em regiões arborizadas ou onde é necessário maior segurança e confiabilidade.

Dados construtivos

Condutor – Cabo formado por fios de alumínio redondo compactado, com ou sem bloqueio contra penetração longitudinal de água

Cobertura – Polietileno reticulado (XLPE) na cor preta ou cinza, com características especiais para resistência ao trilhamento elétrico (tracking) e aos raios ultra-violeta.

Blindagem Semicondutora – obrigatória para os cabos classe 35 kV.

Normas de referência

NBR 11873 E CODI 3.2.18.23-1

Cabos Cobertos em XLPE

Dados construtivos

Cabo de alumínio coberto em XLPE – mm²

Classe de tensão 15 kV

Seção nominal (mm ²)	N° de fios	Diâmetro nominal condutor (mm)	Espessura nominal cobertura (mm)	Diâmetro externo aproximado (mm)	Carga de ruptura mínima (kgf)	Peso unitário aproximado (kg/km)	Resistência elétrica em CC a 20°C (Ohm/km)	Resistência elétrica em CA (Ohm/km)		Ampacidade (A)	
								70°C	90°C	70°C	90°C
35	7	7,10	3,0	13,6	464	190	0,868	1,04334	1,11347	149	187
50	7	8,20	3,0	14,7	663	235	0,641	0,77048	0,82227	181	225
70	19	9,70	3,0	16,2	928	315	0,443	0,53249	0,56828	229	282
95	19	11,50	3,0	18,0	1259	400	0,320	0,38464	0,41050	283	345
120	19	12,90	3,0	19,4	1591	500	0,253	0,30411	0,32455	330	401
150	19	14,20	3,0	20,7	1988	580	0,206	0,24761	0,26426	377	456
185	37	16,15	3,0	22,6	2452	695	0,164	0,19713	0,21038	438	525
240	37	18,40	3,0	24,9	3182	875	0,125	0,15025	0,16035	522	625
300	37	20,65	3,0	27,1	3977	1070	0,100	0,12031	0,12816	574	721

Classe de tensão 25 kV

Seção nominal (mm ²)	N° de fios	Diâmetro nominal condutor (mm)	Espessura nominal cobertura (mm)	Diâmetro externo aproximado (mm)	Carga de ruptura mínima (kgf)	Peso unitário aproximado (kg/km)	Resistência elétrica em CC a 20°C (Ohm/km)	Resistência elétrica em CA (Ohm/km)		Ampacidade (A)	
								70°C	90°C	70°C	90°C
35	7	7,10	4,0	15,7	464	235	0,868	1,04334	1,11347	144	186
50	7	8,20	4,0	16,8	663	285	0,641	0,77048	0,82227	173	224
70	19	9,70	4,0	18,3	928	370	0,443	0,53249	0,56828	216	280
95	19	11,50	4,0	20,1	1259	460	0,320	0,38464	0,41050	263	343
120	19	12,90	4,0	21,5	1591	560	0,253	0,30411	0,32455	305	397
150	19	14,20	4,0	22,8	1988	650	0,206	0,24761	0,26426	342	450
185	37	16,15	4,0	24,8	2452	770	0,164	0,19713	0,21038	398	519
240	37	18,40	4,0	27,0	3182	960	0,125	0,15025	0,16035	472	617
300	37	20,65	4,0	29,3	3977	1155	0,100	0,12031	0,12816	543	712

Classe de tensão 35 kV

Seção nominal (mm ²)	N° de fios	Diâmetro nominal condutor (mm)	Espessura nominal cobertura (mm)	Diâmetro externo aproximado (mm)	Carga de ruptura mínima (kgf)	Peso unitário aproximado (kg/km)	Resistência elétrica em CC a 20°C (Ohm/km)	Resistência elétrica em CA (Ohm/km)		Ampacidade (A)	
								70°C	90°C	70°C	90°C
70	19	9,70	7,6	26,7	928	600	0,443	0,53249	0,56828	207	270
95	19	11,50	7,6	28,5	1259	775	0,320	0,38464	0,41050	252	329
120	19	12,90	7,6	29,9	1591	895	0,253	0,30411	0,32455	291	381
150	19	14,20	7,6	31,2	1988	1000	0,206	0,24761	0,26426	330	432
185	37	16,15	7,6	33,2	2452	1150	0,164	0,19713	0,21038	379	497
240	37	18,40	7,6	35,4	3182	1360	0,125	0,15025	0,16035	448	589
300	37	20,65	7,6	37,6	3977	1585	0,100	0,12031	0,12816	512	674

Nota:

Condições para cálculo da Ampacidade:

Temperatura ambiente = 40 °C

Velocidade do vento = 2,2 km/h, com sol.

Introdução

Os cabos MULTIPLEX NEXANS destinam-se às instalações de redes de distribuição secundária e entradas de serviço aéreas.

São formados pela reunião de 1, 2 ou 3 condutores fase em torno de um condutor neutro de sustentação (mensageiro). O condutor fase é constituído por um ou mais fios de alumínio isolados em Polietileno Termoplástico (PE) ou em Polietileno Termofixo (XLPE). O condutor neutro pode ser constituído por um cabo de alumínio nu (CA) ou um cabo de alumínio nu com alma de aço (CAA), ou ainda um cabo de alumínio liga 6201 (CAL). O condutor neutro pode ser nu ou isolado.

Nos cabos MULTIPLEX, o revestimento dos condutores é dimensionado de maneira a trabalhar como isolamento, reduzindo a possibilidade de defeitos “fase-fase” ou “fase-terra”, e garantindo uma maior segurança de continuidade de serviço.

Os cabos MULTIPLEX admitem uma tensão de 1000 V entre fases e de 600 V entre fase e terra, e são particularmente indicados para locais arborizados, com possibilidade de contato humano ou qualquer outro elemento.

Oferecem sensível vantagem sobre o sistema convencional, pois, devido à proximidade de seus condutores, há uma menor reatância indutiva e, conseqüentemente, menor queda de tensão. Além disso, as perdas na linha também são reduzidas, proporcionando um melhor fator de potência.

O emprego dos cabos MULTIPLEX NEXANS permite a minimização de suportes e isoladores, tornando a instalação rápida e econômica. Outro fator importante a considerar é o aprimoramento estético oferecido quando comparados com as instalações convencionais.

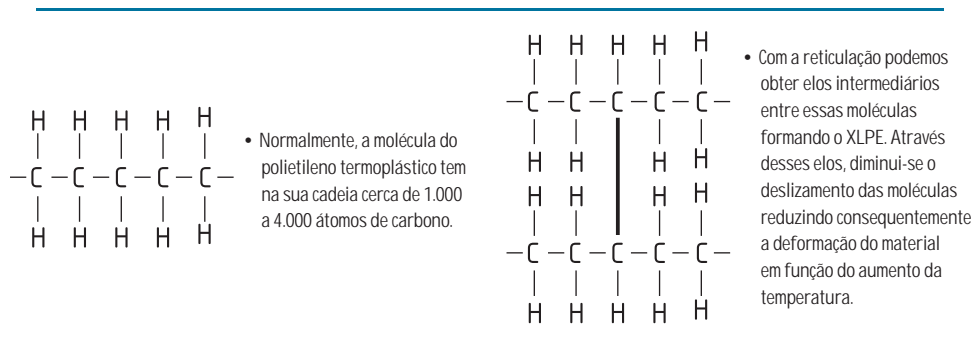
Comparação entre os materiais de isolamento

Os cabos MULTIPLEX isolados em XLPE apresentam vantagens como:

- Maior capacidade de condução de corrente
- Melhor resistência mecânica à abrasão
- Grande estabilidade da isolamento na presença de agentes químicos em relação ao cabo isolado com PE

O Polietileno Reticulado (XLPE) possui propriedades que o distinguem pela sua superioridade em comparação com o Polietileno Termoplástico (PE).

Estrutura Molecular

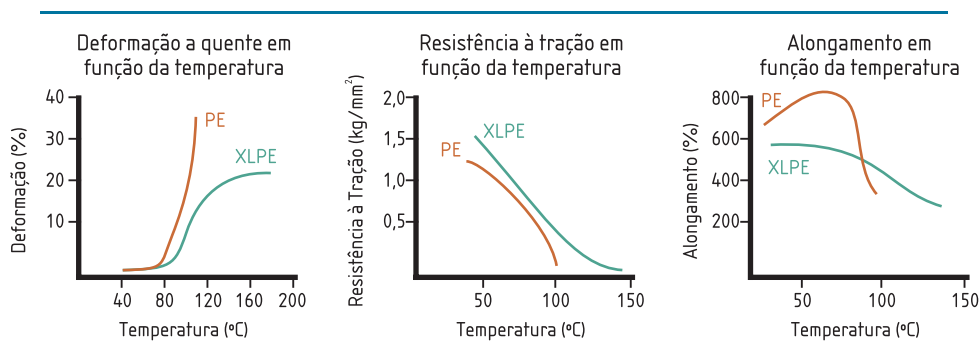


Propriedades Térmicas

Enquanto o Polietileno Termoplástico (PE) plastifica-se por volta de 120°C, o Polietileno Reticulado (XLPE) não sofre alteração devido a reticulação de suas cadeias moleculares.

Propriedades Mecânicas

Como podemos notar nos gráficos, as propriedades mecânicas do polietileno reticulado (XLPE) são bem melhores que as do Polietileno Termoplástico (PE).



Propriedades Elétricas

- Tensão de perfuração em corrente alternada:
 - Sob temperaturas elevadas o Polietileno Reticulado (XLPE) apresenta uma tensão de perfuração maior que a do Polietileno Termoplástico (PE) e mantém-se praticamente igual para temperaturas baixas.
- Tensão de perfuração para impulsos:
 - O valor de tensão de perfuração permanece o mesmo para o Polietileno Reticulado (XLPE) como para o Polietileno Termoplástico (PE)
- As propriedades elétricas do Polietileno Reticulado (XLPE), tais como: resistividade volumétrica, constante dielétrica e fator de perda são melhores ou iguais às do Polietileno Termoplástico (PE).

Características dos materiais isolantes

Características	Tipo de material	
	PE	XLPE
Peso específico	0,935	0,935
Resistência à tração (kg/cm ²)	1,2 a 1,5	1,5 a 2,3
Alongamento (%)	500 a 700	500 a 600
Temperatura de operação (°C)	70	90
Temperatura de sobrecarga (°C)	90	130
Temperatura mínima admissível (°C)	- 60	- 60
Temperatura de Curto-circuito (°C)	130	250
Rigidez dielétrica (kV/mm)	35 a 50	35 a 50
Resistividade elétrica volumétrica (Ohm.cm)	10 ¹⁸	10 ¹⁸
Constante dielétrica	2,3	2,3
Tang δ (%)	0,03	0,03

CABOS MULTIPLEX – SEÇÕES MÉTRICAS

Características construtivas

Condutor fase

Cabos formados por fios de alumínio nu, têmpera dura, encordoamento classe A.

Isolação

Constituída por Polietileno Termoplástico (PE) ou Termofixo (XLPE).

Identificação

Os condutores fase podem ser identificados da seguinte forma:

- Por números impressos sobre a isolação
- Por meio de cores (fases com cores diferentes)
- Por meio de frisos

A identificação por cores oferece uma série de vantagens:

- Melhor identificação das fases;
- Rapidez na instalação dos cabos;
- Facilidade na conexão entre cabos;
- Facilidade para localização de eventuais falhas;
- Aprimoramento Estético.



Condutor mensageiro

Para os cabos com seções entre 10 mm² a 25 mm² (inclusive) devem ser utilizados cabos de alumínio, têmpera dura, sem alma de aço (CA).

Para os cabos com seções acima de 35 mm² (inclusive) devem ser utilizados cabos de alumínio liga 6201 (CAL).

A NEXANS poderá fabricar cabos multiplex com condutor mensageiro em cabo de alumínio com alma de aço e, também poderá fabricar cabos com mensageiro isolado.

Normas aplicáveis

NBR 8182: Cabos de Potência Multiplexados Auto-Sustentados com isolação extrudada de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1 kV.

ABNT-NBR-NM-280: Condutores de cabos isolados (NBR 6252)

Acondicionamento

Os cabos multiplex são acondicionados em carretéis de madeira fabricados conforme norma NBR 11137. Podem também serem fornecidos em rolos. Neste caso sua massa deve ser limitada em 40 kg.

Cabos Duplex

Consistem de um condutor de alumínio isolado, torcido sobre um condutor neutro de sustentação.

Formação seção nominal (mm ²)	Condutor fase		Condutor neutro			Cabo completo		Resistência elétrica CC (Ohm/km)	Reatância indutiva (Ohm/km)	Ampacidade (A)	
	Diâmetro condutor (mm)	Espessura isolamento (mm)	Tipo	Diâmetro condutor (mm)	Carga mínima ruptura (kgf)	Diâmetro externo (mm)	Massa aproximada (kg/km)			PE	XLPE
1x1x10+10	4,05	1,2	CA	4,08	190	10,7	79	3,080	0,1062	46	65
1x1x16+16	4,70	1,2	CA	5,10	292	12,4	112	1,910	0,1022	61	86
1x1x25+25	5,95	1,4	CA	6,18	413	15,2	168	1,200	0,1004	81	115
1x1x35+35	7,00	1,6	CAL	7,50	1082	18,0	235	0,868	0,0995	100	142
1x1x50+50	8,20	1,6	CAL	9,00	1558	20,7	313	0,641	0,0959	121	172

Cabos Triplex

Consistem de dois condutores de alumínio isolados, torcidos sobre um condutor neutro de sustentação.

Formação seção nominal (mm ²)	Condutor fase		Condutor neutro			Cabo completo		Resistência elétrica CC (Ohm/km)	Reatância indutiva (Ohm/km)	Ampacidade (A)	
	Diâmetro condutor (mm)	Espessura isolamento (mm)	Tipo	Diâmetro condutor (mm)	Carga mínima ruptura (kgf)	Diâmetro externo (mm)	Massa aproximada (kg/km)			PE	XLPE
2x1x10+10	4,05	1,2	CA	4,08	190	14,2	131	3,080	0,1062	38	55
2x1x16+16	4,70	1,2	CA	5,10	292	15,6	181	1,910	0,1022	50	73
2x1x25+25	5,95	1,4	CA	6,18	413	19,2	268	1,200	0,1004	66	97
2x1x35+35	7,00	1,6	CAL	7,50	1122	22,4	375	0,868	0,0995	81	119
2x1x50+50	8,20	1,6	CAL	9,00	1082	24,9	491	0,641	0,0959	97	144
2x1x70+70	9,75	1,8	CAL	10,35	1558	29,2	675	0,443	0,0948	122	183

Cabos Quadruplex

Consistem de três condutores de alumínio isolados, torcidos sobre um condutor neutro de sustentação.

Formação seção nominal (mm ²)	Condutor fase		Condutor neutro			Cabo completo		Resistência elétrica CC (Ohm/km)	Reatância indutiva (Ohm/km)	Ampacidade (A)	
	Diâmetro condutor (mm)	Espessura isolamento (mm)	Tipo	Diâmetro condutor (mm)	Carga mínima ruptura (kgf)	Diâmetro externo (mm)	Massa aproximada (kg/km)			PE	XLPE
3x1x10+10	4,05	1,2	CA	4,08	190	15,9	183	3,080	0,1062	29	44
3x1x16+16	4,70	1,2	CA	5,10	292	17,5	250	1,910	0,1022	38	59
3x1x25+25	5,95	1,4	CA	6,18	413	21,5	368	1,200	0,1004	51	80
3x1x35+35	7,00	1,6	CAL	7,50	1122	25,1	515	0,868	0,0995	64	100
3x1x50+50	8,20	1,6	CAL	9,00	1640	27,9	669	0,641	0,0959	77	122
3x1x70+70	9,75	1,8	CAL	10,35	2060	32,7	931	0,443	0,0948	99	157
3x1x120+70	12,80	2,0	CAL	10,35	2060	41,1	1449	0,253	0,0916	143	229

Nota:

Condições para cálculo da ampacidade:

Temperatura ambiente: 40° C

Intensidade da radiação solar: 1000 w/m²

Velocidade do vento: nula

Temperatura no condutor: PE – 70°C e XLPE – 90°C

CABOS MULTIPLEX – BITOLAS AWG

Características Construtivas

Condutor Fase

Cabos formados por fios de alumínio nu, têmpera dura, encordoamento classe A.

Isolação

Constituída por Polietileno Termoplástico (PE) ou Termofixo (XLPE).

Identificação

Os condutores fase podem ser identificados da seguinte forma:

- a. Por números impressos sobre a isolação
- b. Por meio de cores (fases com cores diferentes)
- c. Por meio de frisos

A identificação por cores oferece uma série de vantagens:

- Melhor identificação das fases;
- Rapidez na instalação dos cabos;
- Facilidade na conexão entre cabos;
- Facilidade para localização de eventuais falhas;
- Aprimoramento Estético.

Condutor Mensageiro

O condutor mensageiro poderá ser de cabo de alumínio nu (CA) ou cabo de alumínio com alma de aço (CAA).

A NEXANS poderá fabricar cabos com mensageiro isolado.

Normas Aplicáveis

Os cabos multiplex com bitola AWG atendem os requisitos da ICEA S-61-402 (para isolação em PE) e da ICEA S-61-524 (para isolação em XLPE).

Acondicionamento

Os cabos multiplex são acondicionados em carretéis de madeira fabricados conforme norma NBR 11137. Podem também serem fornecidos em rolos. Neste caso sua massa deve ser limitada em 40 kg.

Cabos Duplex – Neutro CA

Consistem de um condutor de alumínio isolado, torcido sobre um condutor neutro de sustentação em cabo de alumínio nu (CA).

Código	Condutor fase			Condutor neutro			Cabo completo		Resistência elétrica CC (Ohm/km)
	Bitola AWG	N° fios / diâmetro (mm)	Espessura isolamento (mm)	Bitola AWG	N° fios / diâmetro (mm)	Carga mínima ruptura (kgf)	Diâmetro externo (mm)	Massa aproximada (kg/km)	
Pekingese	6	1/4,11	1,14	6	7/1,55	255	11,2	92	2,1402
Collie	6	7/1,55	1,14	6	7/1,55	255	11,7	97	2,1644
Dachshund	4	1/5,19	1,14	4	7/1,96	399	13,5	139	1,3460
Spaniel	4	7/1,96	1,14	4	7/1,96	399	14,2	147	1,3592
Doberman	2	7/2,47	1,14	2	7/2,47	612	17,2	225	0,8539
Malemute	1/0	19/1,89	1,52	1/0	7/3,12	903	22	356	0,5379

Cabos Triplex – Neutro CA

Consistem de dois condutores de alumínio isolados, torcidos sobre um condutor neutro de sustentação em cabo de alumínio nu (CA).

Código	Condutor fase			Condutor neutro			Cabo completo		Resistência elétrica CC (Ohm/km)
	Bitola AWG	N° fios / diâmetro (mm)	Espessura isolamento (mm)	Bitola AWG	N° fios / diâmetro (mm)	Carga mínima ruptura (kgf)	Diâmetro externo (mm)	Massa aproximada (kg/km)	
Halotis	6	1/4,11	1,14	6	7/1,55	255	13,2	147	2,1402
Fusus	4	1/5,19	1,14	4	7/1,96	399	15,5	220	1,3460
Oyster	4	7/1,96	1,14	4	7/1,96	399	16,5	236	1,3592
Clam	2	7/2,47	1,14	2	7/2,47	612	19,6	356	0,8539
Murex	1/0	7/3,12	1,52	1/0	7/3,12	903	25,2	574	0,5373
Purpura	1/0	19/1,89	1,52	1/0	7/3,12	903	25,4	563	0,5379
Nassa	2/0	7/3,50	1,52	2/0	7/3,50	1.138	27,4	706	0,4259
Trophon	2/0	19/2,13	1,52	2/0	7/3,50	1.138	27,9	697	0,4260
Melita	3/0	19/2,39	1,52	3/0	19/2,39	1.377	30,5	861	0,3377

Cabos Quadruplex – Neutro CA

Consistem de três condutores de alumínio isolados, torcidos sobre um condutor neutro de sustentação em cabo de alumínio nu (CA).

Código	Condutor fase			Condutor neutro			Cabo completo		Resistência elétrica CC (Ohm/km)
	Bitola AWG	N° fios / diâmetro (mm)	Espessura isolamento (mm)	Bitola AWG	N° fios / diâmetro (mm)	Carga mínima ruptura (kgf)	Diâmetro externo (mm)	Massa aproximada (kg/km)	
Clydesdale	4	1/5,19	1,14	4	7/1,96	399	21,5	300	1,3460
Pinto	4	7/1,96	1,14	4	7/1,96	399	21,8	325	1,3592
Mustang	2	7/2,47	1,14	2	7/2,47	612	25,9	487	0,8539
Criollo	1/0	19/1,89	1,52	1/0	7/3,12	903	33,5	770	0,5379
Percheron	2/0	19/2,13	1,52	2/0	7/3,50	1.138	36,6	951	0,4260
Hanoverian	3/0	19/2,39	1,52	3/0	19/2,39	1.377	40,1	1.173	0,3377

Nota:

O material da isolamento pode ser o Polietileno Termoplástico (PE) ou Termofixo (XLPE)

Cabos Duplex – Neutro CAA

Consistem de um condutor de alumínio isolado, torcido sobre um condutor neutro de sustentação em cabo de alumínio nu com alma de aço (CAA).

Código	Condutor fase			Condutor neutro			Cabo completo			Resistência elétrica CC (Ohm/km)
	Bitola AWG	N° fios / diâmetro (mm)	Espessura isolamento (mm)	Bitola AWG	N° fios / diâmetro (mm)		Carga mínima ruptura (kgf)	Diâmetro externo (mm)	Massa aprox. (kg/km)	
					Alumínio	Aço				
Setter	6	1/4,11	1,14	6	6/1,68	1/1,68	539	11,5	110	2,1402
Shepherd	6	7/1,55	1,14	6	6/1,68	1/1,68	539	12,1	115	2,1644
Eskimo	4	1/5,19	1,14	4	6/2,12	1/2,12	844	13,9	167	1,3316
Terrier	4	7/1,96	1,14	4	6/2,12	1/2,12	844	14,6	175	1,3592
Chow	2	7/2,47	1,14	2	6/2,67	1/2,67	1290	17,8	269	0,8539
Bull	1/0	19/1,89	1,52	1/0	6/3,37	1/3,37	1988	22,8	426	0,5379

Cabos Triplex – Neutro CAA

Consistem de dois condutores de alumínio isolados, torcidos sobre um condutor neutro de sustentação em cabo de alumínio nu com alma de aço (CAA).

Código	Condutor fase			Condutor neutro			Cabo completo			Resistência elétrica CC (Ohm/km)
	Bitola AWG	N° fios / diâmetro (mm)	Espessura isolamento (mm)	Bitola AWG	N° fios / diâmetro (mm)		Carga mínima ruptura (kgf)	Diâmetro externo (mm)	Massa aprox. (kg/km)	
					Alumínio	Aço				
Paludina	6	1/4,11	1,14	6	6/1,68	1/1,68	539	13,2	165	2,1402
Voluta	6	7/1,55	1,14	6	6/1,68	1/1,68	539	14	176	2,1644
Whelk	4	1/5,19	1,14	4	6/2,12	1/2,12	844	15,5	248	1,3460
Periwinkle	4	7/1,96	1,14	4	6/2,12	1/2,12	844	16,5	264	1,3592
Conch	2	7/2,47	1,14	2	6/2,67	1/2,67	1290	19,6	400	0,8539
Neritina	1/0	7/3,12	1,52	1/0	6/3,37	1/3,37	1988	25,6	644	0,5373
Cenia	1/0	19/1,89	1,52	1/0	6/3,37	1/3,37	1988	25,9	633	0,5379
Runcina	2/0	7/3,50	1,52	2/0	6/3,78	1/3,78	2403	27,8	794	0,4259
Triton	2/0	19/2,13	1,52	2/0	6/3,78	1/3,78	2403	28,2	785	0,4260
Mursia	3/0	19/2,39	1,52	3/0	6/4,25	1/4,25	3012	30,5	971	0,3377

Cabos Quadruplex – Neutro CAA

Consistem de três condutores de alumínio isolados, torcidos sobre um condutor neutro de sustentação em cabo de alumínio nu com alma de aço (CAA).

Código	Condutor fase			Condutor neutro			Cabo completo			Resistência elétrica CC (Ohm/km)
	Bitola AWG	N° fios / diâmetro (mm)	Espessura isolamento (mm)	Bitola AWG	N° fios / diâmetro (mm)		Carga mínima ruptura (kgf)	Diâmetro externo (mm)	Massa aprox. (kg/km)	
					Alumínio	Aço				
Moruchuca	6	1/4,11	1,14	6	6/1,68	1/1,68	539	17,3	220	2,1402
Chola	6	7/1,55	1,14	6	6/1,68	1/1,68	539	17,7	236	2,1644
Morgan	4	1/5,19	1,14	4	6/2,12	1/2,12	844	21,8	328	1,3460
Hackney	4	7/1,96	1,14	4	6/2,12	1/2,12	844	22,1	352	1,3592
Palomino	2	7/2,47	1,14	2	6/2,67	1/2,67	1.290	26,2	531	0,8539
Costena	1/0	19/1,89	1,52	1/0	6/3,37	1/3,37	1.988	33,8	841	0,5379
Grullo	2/0	19/2,13	1,52	2/0	6/3,78	1/3,78	2.403	37,1	1.040	0,4260
Suffolk	3/0	19/2,39	1,52	3/0	6/4,25	1/4,25	3.012	40,4	1.283	0,3377

Nota:

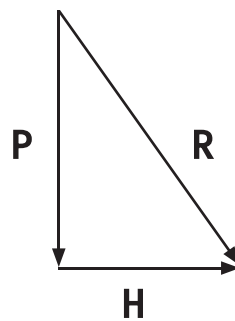
O material da isolamento pode ser o Polietileno Termoplástico (PE) ou Termofixo (XLPE)

Cálculos mecânicos

Os cálculos mecânicos, referentes aos condutores nas linhas aéreas, consistem de um modo geral em se determinar a flecha em um dado vão da linha, de modo que os esforços resultantes nos condutores mantenham-se dentro dos limites de segurança.

Os condutores das linhas aéreas, além da carga referente ao seu peso próprio, ficam também sujeitos àquelas provenientes da pressão do vento, atuando horizontalmente.

Portanto, para a determinação do esforço mecânico total a que o condutor ficará submetido, deve-se levar em consideração a resultante das cargas que atuam sobre o mesmo, ou seja, o seu peso próprio e a pressão do vento.



P = Peso próprio do cabo (kg/m)
 H = Componente horizontal, devido ao vento (kg/m)
 R = Carga resultante = $\sqrt{P^2+H^2}$ (kg/m)

Cálculo da carga devido ao vento:

H = p.D (kg/m) onde:

p = pressão do vento por unidade de área (kg/m²)

D = diâmetro do cabo (m)

A pressão do vento pode ser determinada pela expressão:

$$p = \frac{v^2}{8} \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

v = velocidade do vento (m/s)

É comum adotar-se para “p” o valor 50 kg/m² que corresponde a uma velocidade do vento de 20 m/s, ou seja, 72 km/h.

Determinação do esforço total

$$T = \frac{R \cdot \ell^2}{8 \cdot f} \text{ (kg)}$$

T = Esforço total (kgf)

f = Flecha (m)

ℓ = Comprimento do vão (m)

R = Carga resultante (kg/m)

Coeficiente de Segurança

O coeficiente de segurança é a relação entre a carga de ruptura do cabo de sustentação (mensageiro) e o esforço total:

$$K = \frac{Q}{T}$$

K = Coeficiente de segurança
 Q = Carga de ruptura do mensageiro (kgf)
 T = Esforço total (kgf)

Considerando-se satisfatórios valores de "K" compreendidos entre 2,5 e 3,0.

Exemplo de Cálculo:

Cabo Triplex 25 mm² Neutro CAA

- Peso do cabo = 0,286 kg/m
- Diâmetro externo = 0,0192 m
- Carga de ruptura do mensageiro = 844 kgf
- Vão entre postes = 60 m

Vamos assumir a pressão do vento igual a 50 kg/m² e a flecha igual a 2,5% do vão.

$$H = p \cdot d = 50 \times 0,0192 = 0,960 \text{ kg/m}$$

$$R = \sqrt{P^2 + H^2} = \sqrt{(0,286)^2 + (0,960)^2} = 1,002 \text{ kgf}$$

$$T = \frac{R \cdot \ell^2}{8 \cdot f} = \frac{1,002 \times (60)^2}{8 \times 1,5} = 300 \text{ kgf}$$

$$K = \frac{Q}{T} = \frac{844}{300} = 2,8 \text{ (satisfatório)}$$

CABOS ISOLADOS EM XLPE

Introdução

A linha de Cabos Isolados para baixa tensão, com isolamento em Polietileno Reticulado (XLPE), compreende um produto da NEXANS para atender ao setor de Energia Elétrica.

Principais vantagens

- Os cabos isolados com material termofixo (XLPE), apresentam maior resistência à elevação de temperatura.
- A maior capacidade de corrente permite o emprego de uma seção menor do condutor no cabo isolado em XLPE em comparação com os cabos isolados em material termoplástico, facilitando, assim, o seu manuseio.
- Maior resistência mecânica à abrasão.
- Grande estabilidade do isolante na presença de agentes químicos.

Características

- Classe de tensão:
0,6/1 kV
- Temperatura de Operação:
regime normal 90 °C
sobrecarga 130 °C
curto-circuito 250 °C

Normas aplicáveis

ABNT-NBR-7285: Cabos de Potência com Isolação Extrudada de Polietileno Reticulado (XLPE) para Tensões até 0,6/1 kV, sem cobertura.

ABNT-NBR-NM-280: Condutores de cabos isolados (NBR 6252).

A NEXANS poderá fabricar o cabo isolado em XLPE 0,6/1 kV de acordo com outras especificações internacionais (IEC, ICEA, etc.) e/ou particulares.

Departamento técnico

A NEXANS mantém um departamento Técnico à disposição de seus clientes para consultas e estudos de cabos especiais para aplicações específicas.

CABOS DE ALUMÍNIO SINGELOS ISOLADOS EM XLPE SEM COBERTURA

Dados construtivos

Condutor:

Fios de alumínio, encordoamento classe 2.

Isolação:

Poliétileno Reticulado (XLPE), para 90 °C, na cor preta.

Aplicações

Os cabos isolados sem cobertura são recomendados para circuitos de alimentação e distribuição de energia elétrica em prédios industriais, comerciais e residenciais.

Normas aplicáveis

ABNT-NBR-NM-280 (NBR 6252), NBR-7285.

Seção nominal (mm ²)	Formação (n° de fios)	Diâmetro do condutor (mm)	Resistência elétrica máxima em CC a 20°C (Ohm/km)	Espessura da isolação (mm)	Diâmetro externo (mm)	Peso líquido (kg/km)	Lance (m)
10	N - 7	4,05	3,08	1,6	7,5	60	1400
16	C - 7	4,70	1,91	1,6	8,2	77	1100
25	C - 7	5,92	1,20	1,6	9,4	108	800
35	C - 7	6,97	0,868	1,6	10,5	140	600
50	C - 19	8,11	0,641	2,0	12,5	195	450
70	C - 19	9,75	0,443	2,0	14,5	260	600
95	C - 19	11,47	0,320	2,0	16,0	340	550
120	C - 37	12,90	0,253	2,4	18,5	440	400
150	C - 37	14,30	0,206	2,4	19,5	520	350
185	C - 37	16,02	0,164	2,4	21,5	635	300
240	C - 37	18,35	0,125	2,4	24,0	805	450
300	C - 37	20,65	0,100	2,8	27,0	1025	350
400	C - 61	23,41	0,0778	2,8	29,5	1280	250
500	C - 61	26,55	0,0605	2,8	33,0	1610	200

Nota:

N - Condutor Redondo Normal

C - Condutor Redondo Compactado

CABOS DE ALUMÍNIO ISOLADOS EM XLPE COM COBERTURA EM PVC

Dados construtivos

Condutor:

Fios de alumínio, encordoamento classe 2.

Isolação:

Polietileno Reticulado (XLPE), para 90 °C, na cor preta.

Aplicações

Os cabos isolados com cobertura são recomendados para circuitos de alimentação e distribuição de energia elétrica desde as subestações e instalações industriais de grande porte até pequenos edifícios comerciais.

Nomas aplicáveis

ABNT-NBR-NM-280 (NBR 6252), NBR-7287.

1 Condutor

Seção nominal (mm ²)	Formação (n° de fios)	Diâmetro do condutor (mm)	Resistência elétrica máxima em CC a 20°C (Ohm/km)	Espessura da isolação (mm)	Espessura da cobertura externa (mm)	Diâmetro externo (mm)	Peso líquido (kg/km)	Lance (m)
10	N - 7	4,05	3,08	0,7	1,0	7,8	75	700
16	C - 7	4,70	1,91	0,7	1,0	8,5	94	550
25	C - 7	5,92	1,20	0,9	1,1	10,5	140	700
35	C - 7	6,97	0,868	0,9	1,1	11,5	175	600
50	C - 19	8,11	0,641	1,0	1,2	13,0	230	400
70	C - 19	9,75	0,443	1,1	1,2	15,0	305	600
95	C - 19	11,47	0,320	1,1	1,3	17,0	400	5050
120	C - 37	12,90	0,253	1,2	1,3	18,5	485	400
150	C - 37	14,30	0,206	1,4	1,4	20,5	595	600
185	C - 37	16,02	0,164	1,6	1,4	22,5	735	500
240	C - 37	18,35	0,125	1,7	1,5	25,5	935	400
300	C - 37	20,65	0,100	1,8	1,6	28,5	1160	300
400	C - 61	23,41	0,0778	2,0	1,7	31,5	1470	450
500	C - 61	26,55	0,0605	2,2	1,8	35,5	1850	350

Nota:

N - Condutor Redondo Normal

C - Condutor Redondo Compactado

2 Condutores

Seção nominal (mm ²)	Formação (n° de fios)	Diâmetro do condutor (mm)	Resistência elétrica máxima em CC a 20°C (Ohm/km)	Espessura da isolamento (mm)	Espessura da cobertura externa (mm)	Diâmetro externo (mm)	Peso líquido (kg/km)	Lance (m)
10	N - 7	4,05	3,08	0,7	1,2	15,0	265	650
16	C - 7	4,70	1,91	0,7	1,2	16,5	330	1000
25	C - 7	5,92	1,20	0,9	1,3	20,0	485	650
35	C - 7	6,97	0,868	0,9	1,4	22,0	615	500
50	C - 19	8,11	0,641	1,0	1,5	25,5	815	350
70	C - 19	9,75	0,443	1,1	1,6	29,5	1100	500
95	C - 19	11,47	0,320	1,1	1,8	33,0	1440	400
120	C - 37	12,90	0,253	1,2	1,9	37,5	1810	400
150	C - 37	14,30	0,206	1,4	2,0	41,0	2210	350
185	C - 37	16,02	0,164	1,6	2,1	45,5	2720	200
240	C - 37	18,35	0,125	1,7	2,3	51,5	3450	200

3 Condutores

Seção nominal (mm ²)	Formação (n° de fios)	Diâmetro do condutor (mm)	Resistência elétrica máxima em CC a 20°C (Ohm/km)	Espessura da isolamento (mm)	Espessura da cobertura externa (mm)	Diâmetro externo (mm)	Peso líquido (kg/km)	Lance (m)
10	N - 7	4,05	3,08	0,7	1,2	16,0	300	600
16	C - 7	4,70	1,91	0,7	1,3	17,5	385	850
25	C - 7	5,92	1,20	0,9	1,4	21,0	565	600
35	C - 7	6,97	0,868	0,9	1,5	23,5	725	450
50	C - 19	8,11	0,641	1,0	1,6	27,0	955	350
70	C - 19	9,75	0,443	1,1	1,7	31,5	1300	450
95	C - 19	11,47	0,320	1,1	1,8	35,5	1670	350
120	C - 37	12,90	0,253	1,2	1,9	39,5	2110	250
150	C - 37	14,30	0,206	1,4	2,1	44,0	2590	200
185	C - 37	16,02	0,164	1,6	2,2	49,0	3200	200
240	C - 37	18,35	0,125	1,7	2,4	55,0	4060	150

4 Condutores

Seção nominal (mm ²)	Formação (n° de fios)	Diâmetro do condutor (mm)	Resistência elétrica máxima em CC a 20°C (Ohm/km)	Espessura da isolamento (mm)	Espessura da cobertura externa (mm)	Diâmetro externo (mm)	Peso líquido (kg/km)	Lance (m)
10	N - 7	4,05	3,08	0,7	1,3	17,5	365	500
16	C - 7	4,70	1,91	0,7	1,3	19,0	460	700
25	C - 7	5,92	1,20	0,9	1,5	23,5	700	450
35	C - 7	6,97	0,868	0,9	1,5	26,5	905	350
50	C - 19	8,11	0,641	1,0	1,7	30,0	1180	500
70	C - 19	9,75	0,443	1,1	1,8	35,0	1600	350
95	C - 19	11,47	0,320	1,1	1,9	39,0	2070	250
120	C - 37	12,90	0,253	1,2	2,1	44,0	2620	200
150	C - 37	14,30	0,206	1,4	2,2	49,0	3200	200
185	C - 37	16,02	0,164	1,6	2,4	54,5	3980	150

Nota:

N - Condutor Redondo Normal

C - Condutor Redondo Compactado

Embalagem

Os cabos cobertos, multiplex e isolados em XLPE são normalmente embalados em bobinas de madeira, podendo ser também fornecidos em rolos. Neste caso sua massa deve ser limitada em 40 kg.

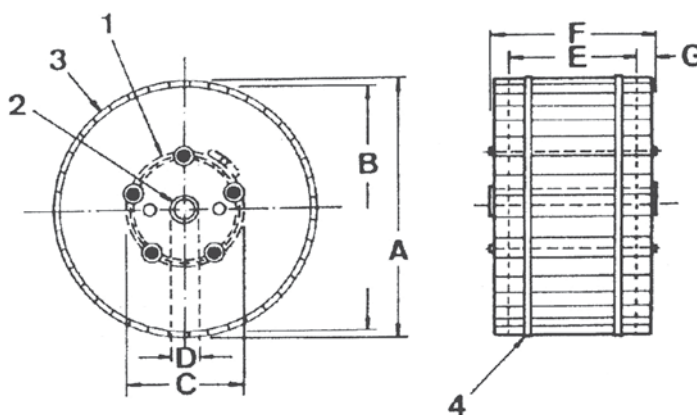
Bobinas de madeira

As bobinas de madeira são adequadas para resistir ao transporte, manuseio e armazenamento, desde que sejam obedecidas as orientações da norma NBR 7310.

Internamente a bobina, o material é identificado com etiqueta fixada ao disco, próxima à ponta do cabo.

Externamente, toda bobina é identificada por um número de controle e pelo tipo nos dois lados. Os dados referentes ao produto embalado, cliente, destino, etc. são gravados em etiquetas poliméricas fixadas nos dois lados da bobina.

Segue-se croquis e tabela demonstrativa dos tipos e dimensões da bobina padrões utilizados para embalagem dos produtos, conforme NBR 11137.



Tipo de bobina	Dimensões aproximadas (mm)						Espessura do invólucro $\frac{(A-B)}{2}$ (mm)	Diâmetro interno da bucha D (mm)	Peso aproximado da embalagem (Kg)	Volume do embarque (m³)
	A	B	C	E	F	G $\frac{(F-E)}{2}$				
62/25	700	650	350	250	326	38	25	83	35	0.16
65/45	700	650	350	450	526	38	25	83	45	0.26
80/45	850	800	350	450	550	50	25	83	65	0.40
100/60	1050	1000	500	600	726	63	25	83	130	0.80
125/70	1300	1250	600	700	826	63	25	83	195	1.40
125/100	1326	1250	600	1000	1126	63	38	83	250	1.98
150/80	1576	1500	700	800	926	63	38	83	290	2.30
170/80	1776	1700	800	800	952	76	38	83	390	3.00
170/100	1776	1700	800	1000	1152	76	38	83	430	3.63
190/100	1976	1900	1000	1000	1152	76	38	83	530	4.50
210/100	2176	2100	1200	1000	1152	76	38	83	645	5.45
230/100	2376	2300	1400	1000	1202	101	38	83	690	6.79

A Nexans é líder mundial na indústria de cabos. O Grupo traz uma gama extensa de soluções avançadas de cabos de cobre, alumínio e de fibra óptica para os mercados de infra-estrutura, indústria e edifícios. Os cabos e sistemas de cabeamento da Nexans podem ser encontrados em todas as áreas das vidas das pessoas, desde redes de telecomunicações e energia até aplicações aeroespaciais, automotivas, ferroviárias, de edifícios, petroquímicas, médicas, etc. Com uma presença industrial em 30 países e atividades comerciais em todo o mundo, a Nexans emprega 22.000 pessoas e teve um faturamento de 7,5 bilhões de Euros em 2007. A Nexans é registrada na Bolsa de Valores de Paris.



Especialista global em cabos e sistemas de cabeamento

FÁBRICA: Av. Carrolton, s/nº - Lorena - S.P. - Brasil - CEP 12609-170 - Tel.: +55 12 3185-2000 - Fax: +55 12 3153-1993
VENDAS: Al. Jaú, 1754 - 9º, 10º e 11º andares - Jardim Paulista - S.P. - CEP 01420-002 - Tel.: +55 11 3084-1600 - Fax: +55 11 3068-9986

www.nexans.com.br