



Universidade Federal do Espírito Santo
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Elétrica
Prof. Hélio Marcos André Antunes

Unidade 3: Condutores Elétricos - Dimensionamento e Instalação – Aula 07

Instalações Elétricas I
Engenharia Elétrica

3.4- Eletrodutos para Instalações Elétricas

- Os eletrodutos podem ser tubos de metal (magnéticos ou não magnéticos) ou de PVC (rígidos ou flexíveis).
- Tem como principal função:
 - Proteção dos condutores contra ações mecânicas e contra corrosão;
 - Proteção do meio contra perigos de incêndio, resultantes do superaquecimento dos condutores ou arcos.
- É vedado o uso como eletroduto de produtos que não sejam expressamente apresentados e comercializados como tal (como mangueiras e tubos para água);
- Só são admitidos eletrodutos não-propagadores de chama, quando não envolvidos por materiais não-combustíveis.

Tipos de Eletrodutos

Eletroduto flexível (corrugado)

- Aplicações: Instalações elétricas embutidas executadas na alvenaria com recobrimento de argamassa;
- Fabricado em PVC Antichama;
- Cor amarela (leve esforço mecânico de até 320N/5cm de compressão);
- Cor azul, cinza e laranja (médio esforço mecânico, de até 750N/5cm).



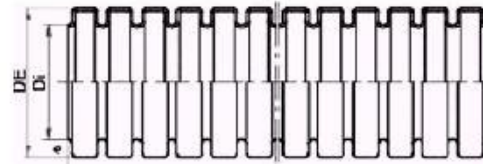
Eletroduto rígido

- Aplicações: Entradas de padrões residenciais e instalações embutidas em obras prediais, comerciais e industriais, onde a solicitação dos esforços mecânicos durante a concretagem é elevado;
- Fabricados em PVC Antichama e na cor preta.



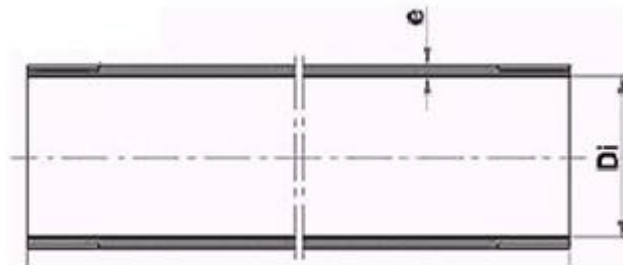
Especificações dos Eletrodutos

Eletroduto flexível



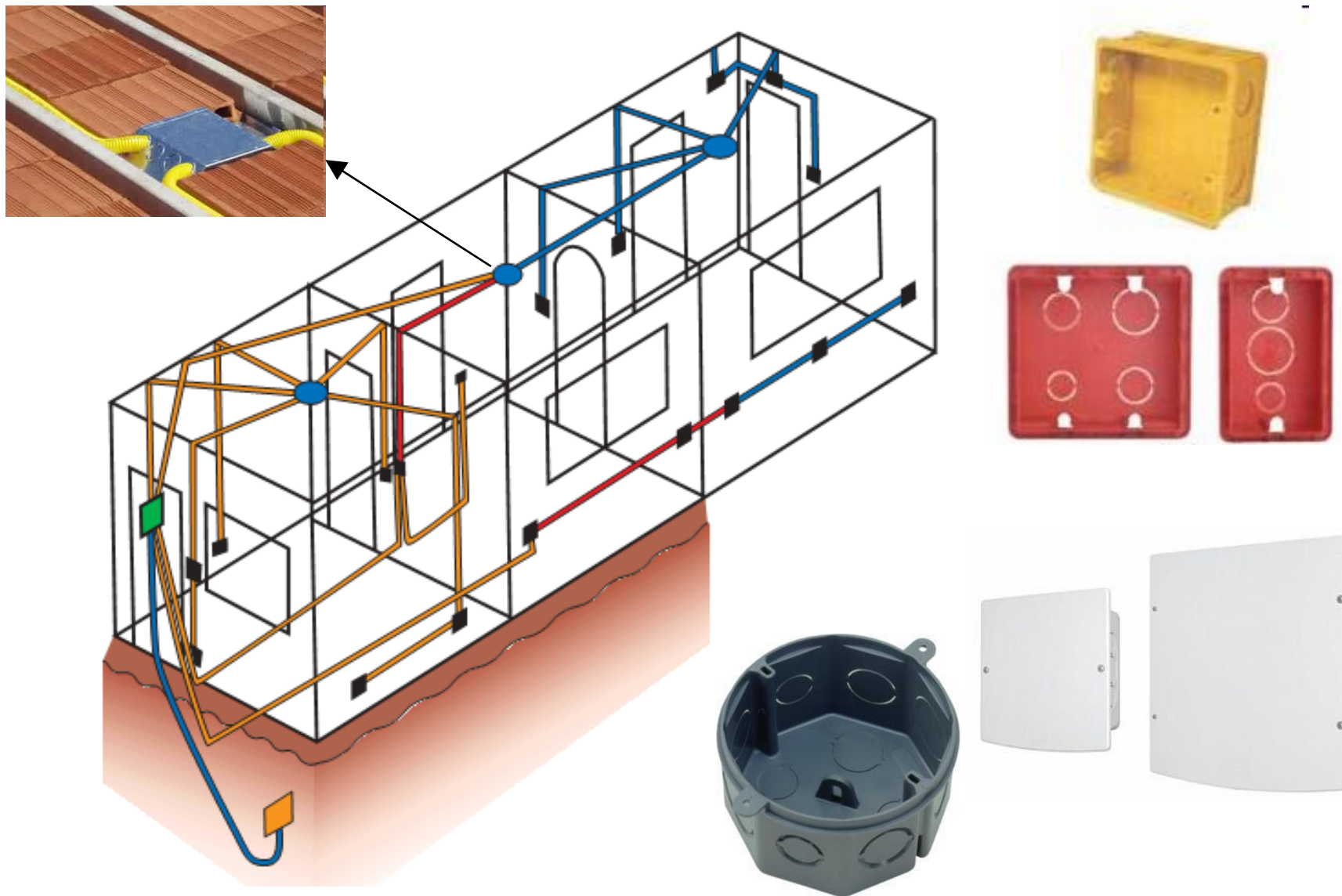
DIMENSÕES				
Cotas	16	20	25	32
DE	16	20	25	32
Di	11,7	15,4	19	25
e	2,1	2,3	3	3,5

Eletroduto rígido



Referência de Rosca	Diâmetro Externo Nominal (mm)	Diâmetro Interno (mm)	Espessura Parede (mm)
"1/2"	20	16	2,2
"3/4"	25	21	2,6
"1"	32	26,8	3,2
"1.1/4"	40	35,0	3,6
"1.1/2"	50	39,8	4,0
"2"	60	50,2	4,6
"2.1/2"	75	64,1	5,5
"3"	85	75,6	6,2

Instalação de Eletrodutos e Acessórios



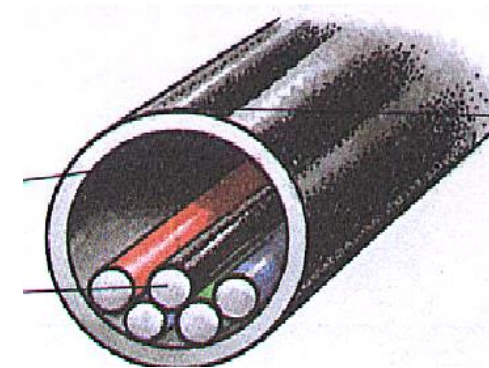
Instalação de Condutores em Eletrodutos

- A NBR 5410/2004 define os seguintes critérios quanto a instalação de condutores nos eletrodutos:
 - Em condutos fechados, admite-se a possibilidade de condutores de mais de um circuito, nos seguintes casos:
 1. Desde que sejam atendidas simultaneamente as três condições:
 - Os circuitos devem pertencer a mesma instalação, isto é, originarem do mesmo dispositivo geral de proteção;
 - As seções nominais dos condutores de fase devem pertencer a um intervalo de três valores normalizados;
 - Todos os condutores devem ser isolados para a mais alta tensão nominal presente.
 2. No caso dos circuitos de força, de comando e/ou sinalização de um mesmo equipamento;

Obs: Nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, salvo quando o eletroduto for utilizado exclusivamente para o sistema de aterramento elétrico.

Taxa Máxima de Ocupação

- A área útil dos eletrodutos deve possibilitar a instalação e retirada com facilidade dos condutores, bem como deixar uma área livre para permitir a dissipação de calor.
- A NBR 5410/2004 define as seguintes prescrições com relação à taxa máxima de ocupação:
 - A taxa máxima de ocupação do eletroduto, dado pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos e a área útil da seção transversal do eletroduto, não deve ser superior a :
 - 53% no caso de um condutor (fio ou cabo);
 - 31% no caso de dois condutores;
 - 40% no caso de três ou mais condutores.



Instalação de Eletrodutos

- A NBR 5410/2004 determina as condições para instalação de caixas de derivação ou de passagem, para interligar trechos de eletrodutos.
- Trechos contínuos de eletrodutos:
 - Os trechos contínuos de tubulação, não devem exceder 15m de comprimento para linhas internas a edificação e 30m para linhas externas a edificação;
 - Se os trechos incluírem curvas, o limite de 15m e 30m deve ser reduzido em 3m para cada curva de 90°;
 - Quando o eletroduto passar por um local que não seja possível a instalação de caixa de passagem, o comprimento do trecho pode ser aumentado, desde que seja utilizado um eletroduto de tamanho nominal imediatamente superior para cada 6m, ou fração, de aumento da distância calculada.
- Em cada trecho da tubulação, entre duas caixas de passagem, podem ser previstas no máximo três curvas de 90°. Não pode haver curva com deflexão superior a 90°.

Roteiro para Dimensionamento de Eletrodutos

- Para o dimensionamento de eletrodutos, deve-se proceder da seguinte forma:
 - Para condutores de seções diferentes, determinar a seção total ocupada pelos condutores conforme a tabela abaixo, utilizando a seguinte equação:

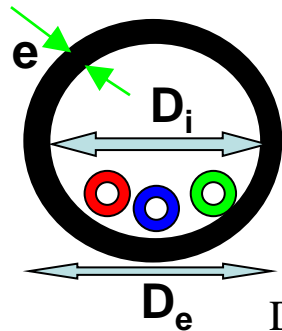
$$S_T = \sum_{n=1}^N \left(\frac{\pi \times D_n^2}{4} \right)$$

Tabela 11.4 - Dimensões totais dos condutores isolados, para 750 V e 1000 V.

Seção Nominal do Conductor (mm ²)	750 V						1000 V		
	Pirastic Antiflan				Pirastic-flex Antiflan		Energibrás		
	Diâmetro Externo (mm)		Seção ou Área Total (mm ²)		Diâmetro Externo (mm)	Área Total (mm ²)	Diâmetro Conductor Nu (mm)	Diâmetro Externo (mm ²)	Área Total (mm ²)
	Fios	Cabos	Fios	Cabos	Fios	Cabos			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1,5	2,8	3,0	6,2	7,1	3,0	7,1	1,57	5,17	21,0
2,5	3,4	3,7	9,1	10,7	3,6	10,2	2,02	5,62	24,8
4	3,9	4,2	11,9	13,8	4,2	13,8	2,56	6,56	33,8

Roteiro para Dimensionamento de Eletrodutos

- b) Determinar o diâmetro externo do eletroduto (mm), com o valor de S_T obtido no item a, por meio da tabela abaixo.



$$T_x = \frac{S_T}{S_e} \rightarrow T_x = \frac{S_T}{\frac{\pi \times D_i^2}{4}} \rightarrow D_i = 2 \sqrt{\frac{S_T}{\pi \times T_x}}$$

D_i – Diâmetro interno do eletroduto (mm).

S_T – Área ocupada pelos condutores elétricos

T_x – Taxa de ocupação (0,53 ; 0,31 ; 0,4);

S_e – Área interna do eletroduto;

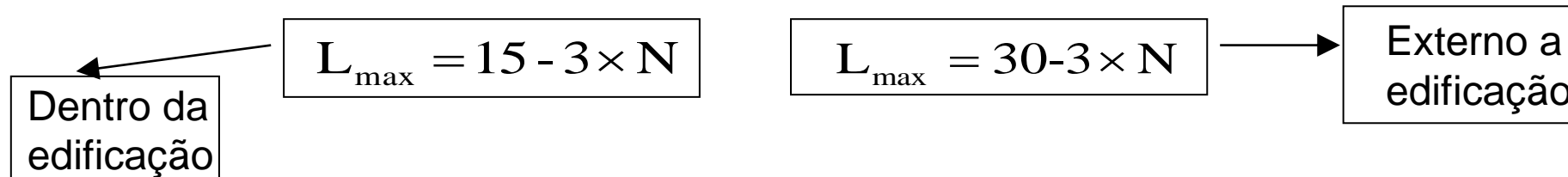
$$S_T = \frac{\pi D_i^2 T_x}{4}$$

Eletrodutos de PVC rígido

Referência de Rosca	Diâmetro Externo Nominal (mm)	Diâmetro Interno (mm)	Espessura Parede (mm)	Área Total Aprox. (mm²)	Área Útil (mm²) 1 cabo(53%)	Área Útil (mm²) 2 cabos (31%)	Área Útil (mm²) ³ 3 cabos (40%)
"1/2"	20	16	2,2	201,1	106,6	62,3	80,4
"3/4"	25	21	2,6	346,4	183,6	107,4	138,6
"1"	32	26,8	3,2	564,1	299,0	174,9	225,6
"1.1/4"	40	35,0	3,6	962,1	509,9	298,3	384,8

Roteiro para Dimensionamento de Eletrodutos

- c) Para determinar o comprimento máximo dos eletrodutos para interligação de caixa de passagem, utiliza-se a equação:



L_{\max} - Comprimento máximo entre duas caixas (m).

N- Número máximo de curvas de 90° no trecho (0-3).

- d) Quando não for possível a utilização de caixa de passagem dentro dos limites definidos por norma, utiliza-se um eletroduto de seção nominal imediatamente superior para cada 6m, ou fração, de aumento dessa distância. Deve-se utilizar esta equação:

A- Aumento do eletroduto

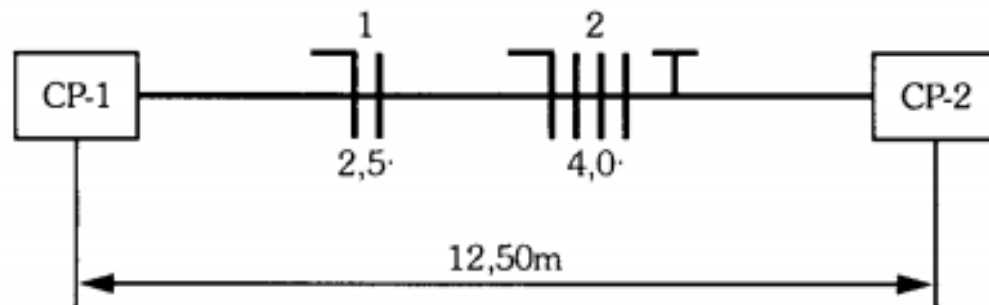
L_{real} - Comprimento real do trecho (m)

L_{rmax} - Comprimento máximo por Norma (m)

$$A = \frac{L_{\text{real}} - L_{\text{max}}}{6}$$

Exemplo

Exemplo 3.4) Dimensione o trecho do eletroduto de PVC rígido, conforme desenho apresentado a seguir. Considere os condutores como cabos (750V – Pirastic Antiflam) e o trecho da instalação como sendo interno a residência.



▪ **CP** - Caixa de passagem.

Exemplo

Inicialmente deve ser calculada a área total ocupada pelos condutores. Da [Tabela 11.4](#) temos:

$$S_T = 2 \times \left(\frac{\pi \times 3,7^2}{4} \right) + 5 \times \left(\frac{\pi \times 4,2^2}{4} \right) = 90,78 \text{ mm}^2$$

$$D_i = 2 \sqrt{\frac{S_T}{\pi \times T_X}} = 2 \sqrt{\frac{90,78}{\pi \times 0,4}} = 17 \text{ mm}$$

Da [Tabela 11.3](#) encontramos um $D_i=21\text{mm}$, e assim o eletroduto de PVC rígido deve ser de 25mm ou $\frac{3}{4}$ ".

Obs: Não é necessário aumentar o diâmetro do eletroduto, pois $L_{\text{real}} < L_{\text{max}}$ ($12,5 < 15\text{m}$) considerando o trecho sem curvas.

Tabelas

Tabela 11.3 - Eletrodutos de PVC rígido com rosca.

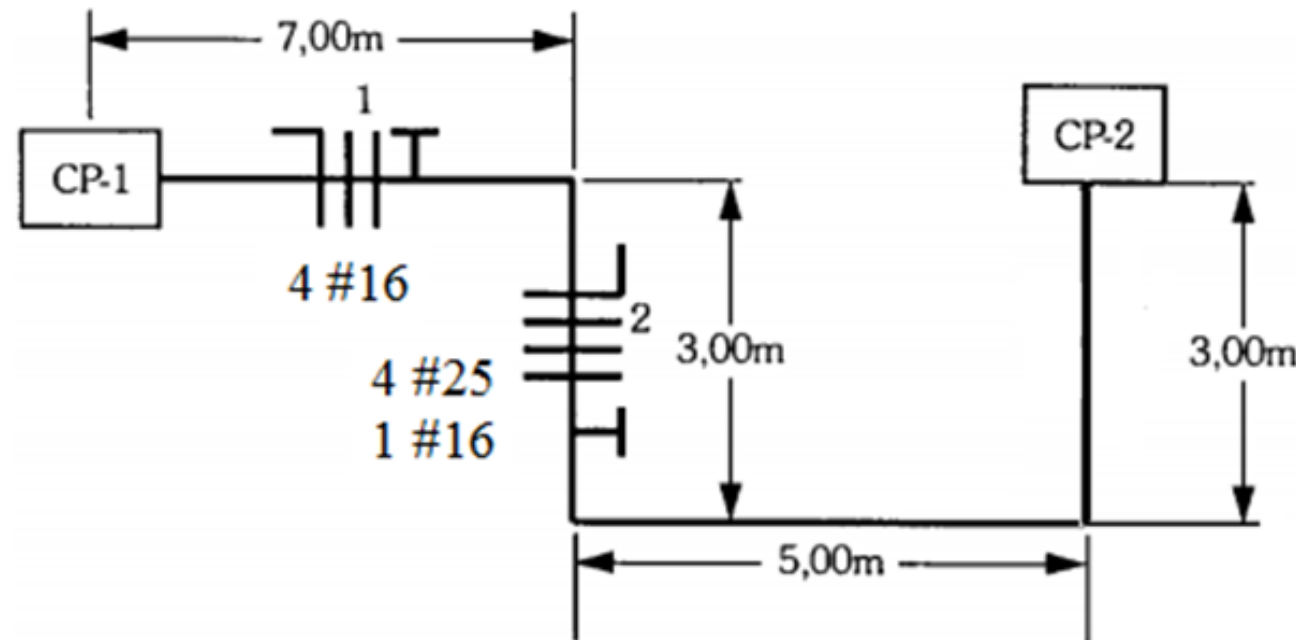
Referência de Rosca	Diâmetro Externo Nominal (mm)	Diâmetro Interno (mm)	Espessura Parede (mm)	Área Total Aprox. (mm ²)	Área Útil (mm ²) 1 cabo(53%)	Área Útil (mm ²) 2 cabos (31%)	Área Útil (mm ²) ³ 3 cabos (40%)
"1/2"	20	16	2,2	201,1	106,6	62,3	80,4
"3/4"	25	21	2,6	346,4	183,6	107,4	138,6
"1"	32	26,8	3,2	564,1	299,0	174,9	225,6
"1.1/4"	40	35,0	3,6	962,1	509,9	298,3	384,8
"1.1/2"	50	39,8	4,0	1244,1	659,4	385,7	497,6
"2"	60	50,2	4,6	1979,2	1049,0	613,6	791,7
"2.1/2"	75	64,1	5,5	3227,0	1710,3	1000,4	1290,8
"3"	85	75,6	6,2	4488,8	2379,1	1391,5	1795,5

Tabela 11.4 - Dimensões totais dos condutores isolados, para 750 V e 1000 V.

Seção Nominal do Condutor (mm ²)	750 V						1000 V		
	Pirastic Antiflan				Pirastic-flex Antiflan		Energibrás		
	Diâmetro Externo (mm)		Seção ou Área Total (mm ²)		Diâmetro Externo (mm)	Área Total (mm ²)	Diâmetro Condutor Nu (mm)	Diâmetro Externo (mm ²)	Área Total (mm ²)
	Fios	Cabos	Fios	Cabos	Fios	Cabos			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1,5	2,8	3,0	6,2	7,1	3,0	7,1	1,57	5,17	21,0
2,5	3,4	3,7	9,1	10,7	3,6	10,2	2,02	5,62	24,8
4	3,9	4,2	11,9	13,8	4,2	13,8	2,56	6,56	33,8
6	4,4	4,8	15,2	18,1	4,7	17,3	3,14	7,14	40,0
10	5,6	5,9	24,3	27,3	6,1	29,2	4,05	8,25	53,4
16	6,5	6,9	33,2	37,4	7,8	47,8	5,13	9,33	68,3
25	8,5		56,7		9,6	72,4	6,4	11,2	98,5

Exemplo

Exemplo 3.5) Dimensione o trecho do eletroduto de PVC rígido, conforme desenho apresentado a seguir. Considere os condutores como cabos (750V – Pirastic Antiflam) e o trecho da instalação como sendo interno a residência.



Exemplo

Inicialmente deve ser calculada a área total ocupada pelos condutores. Da [Tabela 11.4](#) temos:

$$S_T = 5 \times \left(\frac{\pi \times 6,9^2}{4} \right) + 4 \times \left(\frac{\pi \times 8,5^2}{4} \right) = 358,51 \text{ mm}^2$$

$$D_i = 2 \sqrt{\frac{S_T}{\pi \times T_X}} = 2 \sqrt{\frac{358,51}{\pi \times 0,4}} = 33,78 \text{ mm}$$

Da [Tabela 11.3](#) encontramos um $D_i=35\text{mm}$, e assim o eletroduto de PVC rígido deve ser de 40 mm ou 1 1/4”.

Porém, devido ao comprimento e o número de curvas temos:

- $L_{\text{real}}=18\text{m}$, curvas de $90^\circ=3$
- Distância máxima entre CPs: $L_{\text{max}}=15-3 \times N=15-3 \times 3=6\text{m}$

Exemplo

Podemos verificar que a distância real (L_{real}) é superior a distância máxima (L_{max}). Assim, devemos calcular o número de aumentos do diâmetro do eletroduto.

$$A = \frac{L_{real} - L_{max}}{6}$$

$$A = \frac{18 - 6}{6} = 2$$

Dessa forma devemos aumentar o eletroduto em duas vezes o valor nominal. Da [Tabela 11.3](#) encontramos 60mm ou 2”

Tabelas

Tabela 11.3 - Eletrodutos de PVC rígido com rosca.

Referência de Rosca	Diâmetro Externo Nominal (mm)	Diâmetro Interno (mm)	Espessura Parede (mm)	Área Total Aprox. (mm ²)	Área Útil (mm ²) 1 cabo(53%)	Área Útil (mm ²) 2 cabos (31%)	Área Útil (mm ²) ³ 3 cabos (40%)
"1/2"	20	16	2,2	201,1	106,6	62,3	80,4
"3/4"	25	21	2,6	346,4	183,6	107,4	138,6
"1"	32	26,8	3,2	564,1	299,0	174,9	225,6
"1.1/4"	40	35,0	3,6	962,1	509,9	298,3	384,8
"1.1/2"	50	39,8	4,0	1244,1	659,4	385,7	497,6
"2"	60	50,2	4,6	1979,2	1049,0	613,6	791,7
"2.1/2"	75	64,1	5,5	3227,0	1710,3	1000,4	1290,8
"3"	85	75,6	6,2	4488,8	2379,1	1391,5	1795,5

Tabela 11.4 - Dimensões totais dos condutores isolados, para 750 V e 1000 V.

Seção Nominal do Condutor (mm ²)	750 V						1000 V		
	Pirastic Antiflan				Pirastic-flex Antiflan		Energibrás		
	Diâmetro Externo (mm)		Seção ou Área Total (mm ²)		Diâmetro Externo (mm)	Área Total (mm ²)	Diâmetro Condutor Nu (mm)	Diâmetro Externo (mm ²)	Área Total (mm ²)
	Fios	Cabos	Fios	Cabos	Fios	Cabos			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1,5	2,8	3,0	6,2	7,1	3,0	7,1	1,57	5,17	21,0
2,5	3,4	3,7	9,1	10,7	3,6	10,2	2,02	5,62	24,8
4	3,9	4,2	11,9	13,8	4,2	13,8	2,56	6,56	33,8
6	4,4	4,8	15,2	18,1	4,7	17,3	3,14	7,14	40,0
10	5,6	5,9	24,3	27,3	6,1	29,2	4,05	8,25	53,4
16	6,5	6,9	33,2	37,4	7,8	47,8	5,13	9,33	68,3
25	8,5		56,7		9,6	72,4	6,4	11,2	98,5