



### INTRODUÇÃO

Devido às diferentes temperaturas existentes entre o interior e o exterior das tubagens, produz-se um intercâmbio de energia e as tubagens e seus componentes metálicos podem sofrer dilatações ou contrações. Para compensar este fenómeno é necessário determinar o comprimento de expansão ou contração que há que compensar num dado comprimento.

A **Dilatação/Contração Linear** definida como a alteração de comprimento ( $\Delta L = L_f - L_0$ ), é proporcional à mudança de temperatura ( $\Delta T = T_f - T_0$ ) e ao comprimento inicial ( $L_0$ ) da tubagem. O coeficiente de proporcionalidade, também designado por coeficiente de dilatação linear (específico para cada material), denomina-se  $\alpha$ . Assim:

$$\Delta L = L_f - L_0 = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

Com:

$\Delta L$  - Incremento do comprimento da tubagem expresso em "mm";

$L_0$  - Comprimento inicial da tubagem expresso em "mm";

$L_f$  - Comprimento final da tubagem expresso em "mm";

$\Delta T$  - Incremento de temperatura expresso em "°C";

$\alpha$  - Coeficiente de dilatação linear expresso em "°C<sup>-1</sup>".

Nota:  $\alpha$  para o aço =  $12 \times 10^{-6}$  (entre 0 e 100 °C).

$\alpha$  para o cobre =  $17 \times 10^{-6}$  (entre 0 e 100 °C).

### EXEMPLO

Comprimento inicial da tubagem de aço = 6 m = 6.000 mm

Aumento da temperatura = 30 °C =>  $\Delta L = 12 \times 10^{-6} \times 6.000 \times 30 = 2,16$  mm

Diminuição da temperatura = 20 °C =>  $\Delta L = 12 \times 10^{-6} \times 6.000 \times (-20) = -1,44$  mm

### INTRODUCTION

As a result of the different temperatures between the inside and outside of the pipes, an exchange of energy occurs and the pipes and their metallic components can experience expansion or contraction. To compensate for this phenomenon it is necessary to determine the length of expansion or contraction in a given length.

The **Linear Expansion/Contraction** defined as the change in length ( $\Delta L = L_f - L_0$ ) is proportional to the temperature change ( $\Delta T = T_f - T_0$ ) and to the initial ( $L_0$ ) length of the tubing. The coefficient of proportionality, also known as the coefficient of linear expansion (specific for each material), is named  $\alpha$ . Thus:

$$\Delta L = L_f - L_0 = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

With:

$\Delta L$  - Increase in the length of the tubing expressed in "mm";

$L_0$  - Initial length of the tubing expressed in "mm";

$L_f$  - Final length of the tubing expressed in "mm";

$\Delta T$  - Temperature increase expressed in "°C";

$\alpha$  - Coefficient of linear expansion expressed in "°C<sup>-1</sup>".

Note:  $\alpha$  for steel =  $12 \times 10^{-6}$  (between 0 and 100 °C).

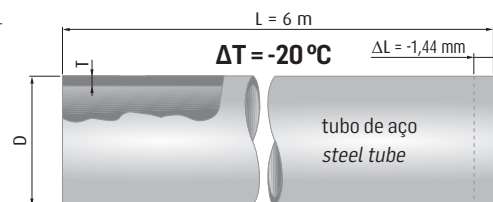
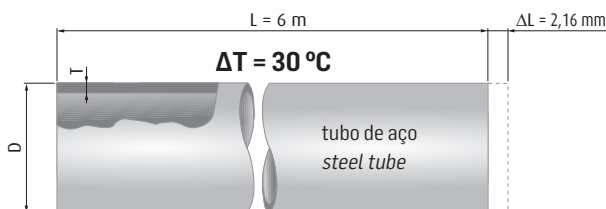
$\alpha$  for cooper =  $17 \times 10^{-6}$  (between 0 and 100 °C).

### EXAMPLE

Initial length of steel pipe = 6 m = 6.000 mm

Temperature increase = 30 °C =>  $\Delta L = 12 \times 10^{-6} \times 6.000 \times 30 = 2,16$  mm

Decrease of temperature = 20 °C =>  $\Delta L = 12 \times 10^{-6} \times 6.000 \times (-20) = -1,44$  mm



### ALTERAÇÕES DO COMPRIMENTO DOS TUBOS DE AÇO DEVIDO ÀS DIFERENÇAS DE TEMPERATURA CHANGES IN LENGTH OF STEEL PIPES DUE TO DIFFERENCES IN TEMPERATURE

| COMPRIMENTO DO TUBO [ mm ]<br>PIPE LENGTH [ mm ] | DIFERENÇA DE TEMPERATURA $\Delta T$ [ K ou °C ] - DIFFERENCE IN TEMPERATURE $\Delta T$ [ K or °C ] |       |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                  | -20                                                                                                | -10   | 0    | 10   | 20   | 30   | 40   | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    | 100   |
|                                                  | ALTERAÇÃO DO COMPRIMENTO $\Delta L$ [ mm ] - CHANGE IN LENGTH $\Delta L$ [ mm ]                    |       |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |
| 1 000                                            | -0,24                                                                                              | -0,12 | 0,00 | 0,12 | 0,24 | 0,36 | 0,48 | 0,60  | 0,72  | 0,84  | 0,96  | 1,08  | 1,20  |
| 2 000                                            | -0,48                                                                                              | -0,24 | 0,00 | 0,24 | 0,48 | 0,72 | 0,96 | 1,20  | 1,44  | 1,68  | 1,92  | 2,16  | 2,40  |
| 3 000                                            | -0,72                                                                                              | -0,36 | 0,00 | 0,36 | 0,72 | 1,08 | 1,44 | 1,80  | 2,16  | 2,52  | 2,88  | 3,24  | 3,60  |
| 4 000                                            | -0,96                                                                                              | -0,48 | 0,00 | 0,48 | 0,96 | 1,44 | 1,92 | 2,40  | 2,88  | 3,36  | 3,84  | 4,32  | 4,80  |
| 5 000                                            | -1,20                                                                                              | -0,60 | 0,00 | 0,60 | 1,20 | 1,80 | 2,40 | 3,00  | 3,60  | 4,20  | 4,80  | 5,40  | 6,00  |
| 6 000                                            | -1,44                                                                                              | -0,72 | 0,00 | 0,72 | 1,44 | 2,16 | 2,88 | 3,60  | 4,32  | 5,04  | 5,76  | 6,48  | 7,20  |
| 7 000                                            | -1,68                                                                                              | -0,84 | 0,00 | 0,84 | 1,68 | 2,52 | 3,36 | 4,20  | 5,04  | 5,88  | 6,72  | 7,56  | 8,40  |
| 8 000                                            | -1,92                                                                                              | -0,96 | 0,00 | 0,96 | 1,92 | 2,88 | 3,84 | 4,80  | 5,76  | 6,72  | 7,68  | 8,64  | 9,60  |
| 9 000                                            | -2,16                                                                                              | -1,08 | 0,00 | 1,08 | 2,16 | 3,24 | 4,32 | 5,40  | 6,48  | 7,56  | 8,64  | 9,72  | 10,80 |
| 10 000                                           | -2,40                                                                                              | -1,20 | 0,00 | 1,20 | 2,40 | 3,60 | 4,80 | 6,00  | 7,20  | 8,40  | 9,60  | 10,80 | 12,00 |
| 11 000                                           | -2,64                                                                                              | -1,32 | 0,00 | 1,32 | 2,64 | 3,96 | 5,28 | 6,60  | 7,92  | 9,24  | 10,56 | 11,88 | 13,20 |
| 12 000                                           | -2,88                                                                                              | -1,44 | 0,00 | 1,44 | 2,88 | 4,32 | 5,76 | 7,20  | 8,64  | 10,08 | 11,52 | 12,96 | 14,40 |
| 13 000                                           | -3,12                                                                                              | -1,56 | 0,00 | 1,56 | 3,12 | 4,68 | 6,24 | 7,80  | 9,36  | 10,92 | 12,48 | 14,04 | 15,60 |
| 14 000                                           | -3,36                                                                                              | -1,68 | 0,00 | 1,68 | 3,36 | 5,04 | 6,72 | 8,40  | 10,08 | 11,76 | 13,44 | 15,12 | 16,80 |
| 15 000                                           | -3,60                                                                                              | -1,80 | 0,00 | 1,80 | 3,60 | 5,40 | 7,20 | 9,00  | 10,80 | 12,60 | 14,40 | 16,20 | 18,00 |
| 16 000                                           | -3,84                                                                                              | -1,92 | 0,00 | 1,92 | 3,84 | 5,76 | 7,68 | 9,60  | 11,52 | 13,44 | 15,36 | 17,28 | 19,20 |
| 17 000                                           | -4,08                                                                                              | -2,04 | 0,00 | 2,04 | 4,08 | 6,12 | 8,16 | 10,20 | 12,24 | 14,28 | 16,32 | 18,36 | 20,40 |
| 18 000                                           | -4,32                                                                                              | -2,16 | 0,00 | 2,16 | 4,32 | 6,48 | 8,64 | 10,80 | 12,96 | 15,12 | 17,28 | 19,44 | 21,60 |
| 19 000                                           | -4,56                                                                                              | -2,28 | 0,00 | 2,28 | 4,56 | 6,84 | 9,12 | 11,40 | 13,68 | 15,96 | 18,24 | 20,52 | 22,80 |
| 20 000                                           | -4,80                                                                                              | -2,40 | 0,00 | 2,40 | 4,80 | 7,20 | 9,60 | 12,00 | 14,40 | 16,80 | 19,20 | 21,60 | 24,00 |