

Protecção de Tubagens ante a Congelação, com SH/Armaflex.

Introdução.

Todos conhecem o problema que, durante o inverno, as temperaturas negativas causam nas instalações de água.

A água tem um comportamento excepcional, relativamente aos restantes fluidos, pois alcança um volume mínimo aos 4º C, quando a

sua densidade é de 1 kg/dm³ (exactamente 0,999972 kg/dm³).

Se, a partir daqui, continuarmos a arrefecer, cada kilocaloria subtraída baixa a temperatura 1 °C e o volume aumenta. Ao chegar a zero graus a temperatura estabiliza e as kilocalorias perdidas congelam a

água, até lhe retiramos 80 kcal/kg (334 kJ/kg), momento em que toda a água fica em gelo. Durante a congelação o aumento de volume é brusco, o que se traduz numa maior pressão que faz rebentar as tubagens.

A solução SH/Armaflex.

Ante este problema, existem algumas soluções, desde as convencionais, como deixar uma torneira aberta ou esvaziar as tubagens, até aos sofisticados sistemas aquecedores através de resistências eléctricas.

Nós ocupar-nos-emos de uma solução cada vez mais utilizada, que é o isolamento térmico flexível SH/Armaflex.

Antes de continuar, digamos que, nenhum isolamento pode proteger

uma tubagem contendo água parada por tempo indefinido e debaixo de condições climáticas adversas. Contudo, o isolamento térmico pode atrasar a congelação da água o tempo necessário na expectativa de se alterarem algumas daquelas condições.

O isolamento flexível de espuma elastomérica SH/Armaflex LINHA REGULAMENTO, possui características adequadas para este tipo de aplicação. O campo de

temperaturas do SH/Armaflex é, em tubagens, de +10 °C a + 105 °C, independentemente da temperatura exterior, que, na situação que estamos a considerar, será inferior a 0 °C.

Vejamos, com um exemplo, como o isolamento flexível SH/Armaflex atrasa a congelação da água parada nas tubagens.

Cálculo do Tempo de Congelação.

Tradicionalmente, para poupar energia, a tendência foi isolar, mais e melhor, as tubagens de grandes diâmetros, dando menos importância aos pequenos diâmetros. No entanto, em regra, a maior quantidade de metros destas instalações, pode acarretar maiores

perdas caloríficas que as que se produzem nas grandes.

Esta prática não é aplicável no problema que nos ocupa, pois, como poderemos ver, a água nas tubagens de pequeno diâmetro congela-se muito mais rapidamente que nas de maior calibre. Isso é

devido à relação (R) entre a superfície exposta em m² (S) e o volume de água em litros (V) é maior nas tubagens de pequeno diâmetro.

(Por exemplo, numa tubagem de 1/2" IPS, R = 0,58 m/l, e noutra de 4" IPS R' = 0,046 m/l. Isto é, R>R').

O processo seguido no cálculo, coincide com o desenvolvimento no projecto da norma europeia CEN 89 WG3 N-126 (ISO 12241), estudado em detalhe na publicação técnica: "Protecção das tubagens ante a congelação II" e o seu

cálculo faz parte do "CD-Rom sobre isolamento térmico e cálculos gerais" que nos podem solicitar.

Neste tipo de cálculos acostumam ser usadas unidades de cálculos tradicionais como horas para o

tempo e Kcal/(m.h.) para as perdas de calor.

Considere, também, que a água se congela em curvas e válvulas mal isoladas, pelo que se deve fazer uma boa instalação.

Nomenclatura e Fórmulas.

Temperatura ambiente: θ_a °C
Temperatura inicial da água: θ_i °C
Temperatura final da congelação: θ_f °C
Temperatura média: θ_m °C

Valor aproximado: $\theta_m = \frac{\theta_i + \theta_f}{2}$

Valor exacto: $\theta_m = \theta_a + \frac{\theta_i + \theta_f}{\ln \frac{\theta_i + \theta_a}{\theta_f + \theta_a}}$

Se $\theta_i - \theta_f > \theta_f - \theta_a$ pode-se usar o valor aproximado.

Este valor θ_m , é necessário para o cálculo das perdas de calor θ_i , dado que o incremento da temperatura é variável entre o valor inicial q_i e o final q_f .

Calor específico da água:
 $c = 1 \text{ Kcal} / (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$

Kilocalorias cedidas para congelar 1 kg de água:
 $F = 80 \text{ Kcal} / \text{kg}$

Porcentagem máxima de gelo que se aceita: f %

Coefficiente de condutibilidade do SH/Armaflex a 0 °C:
 $\lambda = 0,035 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K}) = 0,030 \text{ kcal} / (\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$

Coefficiente superficial de transmissão do calor:
 $h_e = 14.2 \text{ Kcal} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$
Diâmetro exterior e interior da tubagem:

D_e e D_i mm
Diâmetro exterior e interior do isolamento:
 D_e e D_i mm

Espessura do isolamento:
d mm

Aceitamos que:
 $D_e = D_i$
 $D_e = D_i + (2 \cdot d)$

Kilocalorias cedidas para levar a água a 0 °C :
 Q_0 kcal

Kilocalorias cedidas para congelar toda a água:
 Q_c kcal

Perdas de calor em tubagens por metro e por hora:
 q_1 kcal / (m·h)

a) sem isolar

$$q_1 = h_e \cdot \Delta\theta \cdot \pi \cdot D_e$$

b) com isolamento

$$q_1 = \frac{\Delta\theta \cdot \pi}{\frac{1}{2\lambda} \cdot \ln \frac{D_a}{D_i} + \frac{1}{h_a \cdot D_a}}$$

Vamos supor que a percentagem máxima de gelo aceite, é

f = 70%. Para isso, temos de arrefecer a água, que está à temperatura de θ_i , até 0 °C, com o equivalente a uma kilocaloria por kilo e grau centígrado (valor Q_0), ao que somaremos Q_c ou kilocalorias cedidas para congelar os 70% de água. Estas kilocalorias passam num tempo (t) através da superfície (S), a que atribuímos um coeficiente superficial de transmissão de calor de 16.6 W / (m²·K) (14.2 Kcal / (m²·h·°C) que corresponde, aproximadamente, a uma velocidade do ar de 2m/seg e uma superfície lisa.

Partindo da fórmula para calcular as perdas de calor por hora (q_1), por uma simples divisão, obtemos os tempos t_0 e t_c .

O tempo total será a soma de ambos:

$$t = t_0 + t_c \quad \text{horas}$$

Exemplo

Dados:
1 m de tubagem 2" IPS: $D'_e = 60 \text{ mm}$
 $D'_i = 53 \text{ mm}$
Temperatura ambiente: $\theta_a = -8 \text{ }^\circ\text{C}$
Temperatura inicial da água: $\theta_i = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Cálculos

Volume da água (em litros) contida em 1 m de tubagem:

$$V = 3.14 \cdot 10 \cdot (0.53^2/4) = 2.20 \text{ l}$$

Peso em kilos de água:

$$W \approx 2.20 \text{ kg}$$

Superfície de 1 m de tubagem:

$$S = 3.14 \cdot 0.06 \cdot 1 = 0.19 \text{ m}^2$$

Kilocalorias cedidas ao arrefecer a água até 0 °C:

$$Q_o = (\theta_i - \theta_f) \cdot W \cdot c = (10 - 0) \cdot 2.20 \cdot 1 = 22 \text{ kcal}$$

Kilocalorias cedidas ao congelar o 70%:

$$Q_c = \frac{f}{100} \cdot F \cdot W = 0.70 \cdot 80 \cdot 2.20 = 123 \text{ kcal}$$

a) Sem isolar:

$$q_o = 14.2 \cdot \left[\frac{10 + 0}{2} - (-8) \right] \cdot 3.14 \cdot 0.06 =$$

$$= 34.8 \text{ kcal/(m.h)}$$

$$q_c = 14.2 \cdot (0 + 8) \cdot 3.14 \cdot 0.06 = 21.4 \text{ kcal/(m.h)}$$

$$t_o = \frac{Q_o}{q_o} = \frac{22}{34.8} = 0.6$$

$$t_c = \frac{Q_c}{q_c} = \frac{123}{21.4} = 5.8$$

Tiempo que tarda en congelarse la tubería sin aislar:

$$t = t_o + t_c \approx 6.4.$$

b) Isolada com 27 mm de SH/Armaflex:

$$q_o = \frac{\left[\frac{10 + 0}{2} - (-8) \right] \cdot 3.14}{\frac{1}{2 \cdot 0.03} \cdot \ln \frac{(0.054 + 0.060)}{0.060} + \frac{1}{14.2 \cdot 0.114}}$$
$$= \frac{40.84}{11.23} = 3.63 \text{ kcal/(m.h)}$$

$$q_c = \frac{(0 + 8) \cdot 3.14}{\frac{1}{2 \cdot 0.03} \cdot \ln \frac{(0.054 + 0.060)}{0.060} + \frac{1}{14.2 \cdot 0.114}}$$
$$= \frac{25.13}{11.23} = 2.23 \text{ kcal/(m.h)}$$

$$t_o = \frac{22}{3.63} = 6.1 \text{ h}$$

$$t_c = \frac{123}{2.23} = 55.2 \text{ h}$$

Tempo que a tubagem demora a congelar, isolada com 27 mm de SH/Armaflex:

$$T = t_o + t_c = 6.1 + 55.2 = 61.3 \text{ h}$$

Estes cálculos, indicam-nos que a tubagem sem isolar congela em 6.4 h ou numa noite, ao passo que, isolada com 27 mm de SH/Armaflex, são necessários quase 3 dias de temperaturas baixas.

ÁBACO: Horas de Protecção contra a congelação, com SH/Armaflex.

Dada a impossibilidade de manter as condições atmosféricas constantes, recomendamos, para a execução do cálculo, o uso das temperaturas mais adversas.

Como resumo, preparámos o Ábaco da página seguinte, que baseado nas fórmulas anteriores e partindo de uma temperatura ambiente, nos dá o tempo, em horas, que demora a congelar os 70% de água parada, para os diferentes diâmetros de tubagens, sem isolar e isoladas, com diferentes espessuras de SH/Armaflex LINHA REGULAMENTO. Fixámos uma $\theta_i = 10 \text{ °C}$ (valores entre 5 e 15 °C produzem um erro mínimo).

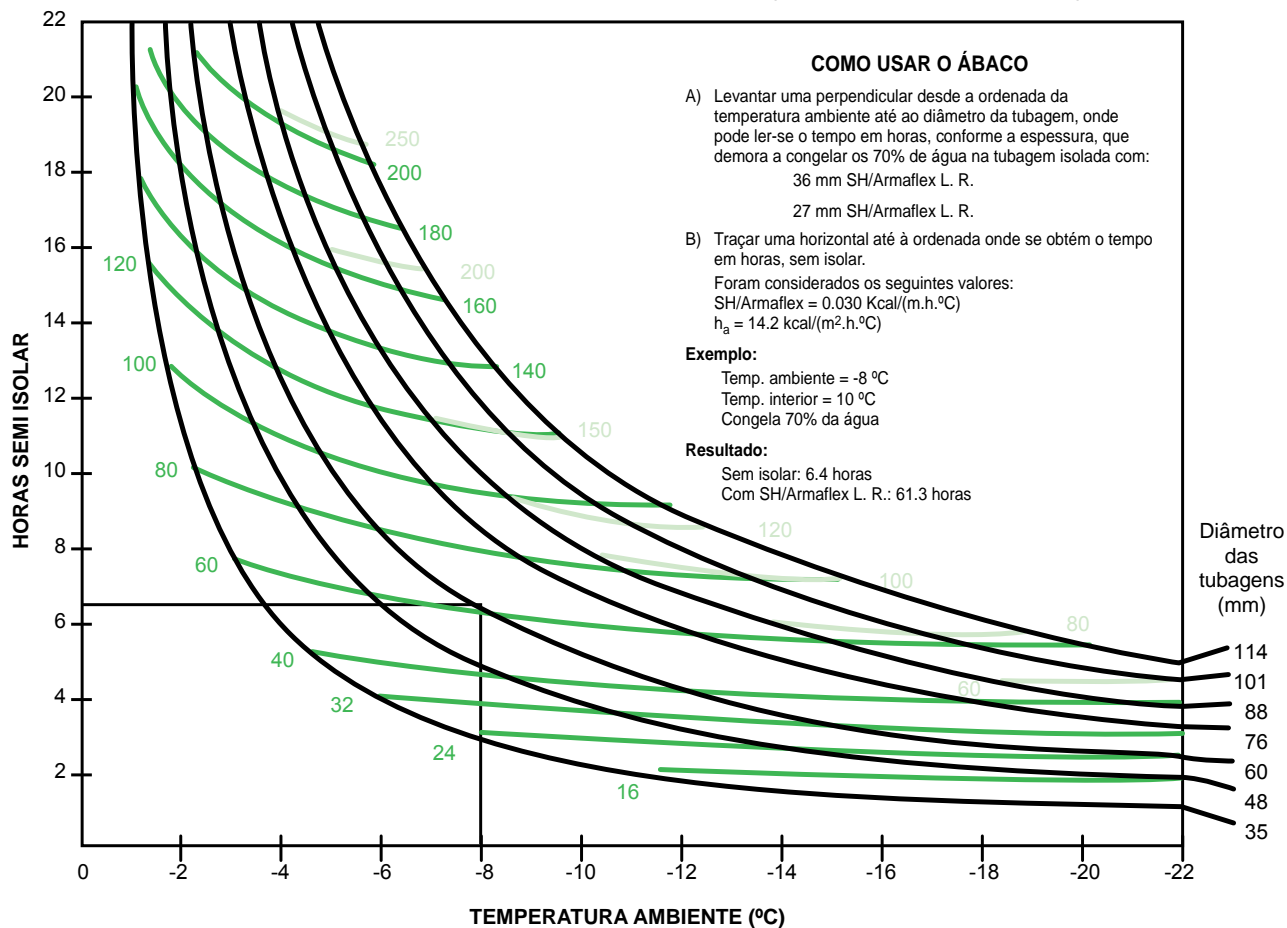
Ao traçar uma vertical desde a temperatura ambiente, em abcissa, cortamos as curvas dos diferentes diâmetros de tubagens num ponto, donde podemos ler, directamente, o tempo que demora a congelar a água da tubagem isolada com diferentes espessuras de SH/Armaflex e traçando, desde esse ponto, uma horizontal, obtemos o tempo sem isolar em ordenadas

Se os tempos de protecção contra a congelação obtidos no Ábaco com diferentes espessuras de SH/Armaflex LINHA REGULAMENTO, não forem suficientes para situações climatéricas muito extremas e

longos períodos de não utilização da instalação, podem aplicar-se duas camadas de isolamento. Se o risco de geadas é improvável, podem empregar-se espessuras de SH/Armaflex com 9 e 18 mm.

Para qualquer informação adicional ou envio de sugestões, agradecemos que contactem o nosso Departamento Técnico ou qualquer das nossas fábricas. (ver as direcções e os telefones na última página)

ÁBACO PARA DETERMINAR O TEMPO DE PROTECÇÃO CONTRA O CONGELAÇÃO



www.armacell.com
 info.es@armacell.com



Armacell Iberia, S.L.

SERVIÇO DE VENDAS:
BEGUR (ESPANHA)
 Apartado 2
 Tel.: +34 972 61 34 19/20
 Fax: +34 972 30 03 83
 17200 PALAFRUGELL
 (ESPANHA)

**DELEGAÇÕES DE VENDAS
 ESPANHA E PORTUGAL***
 Madrid Tel.: +34 914 56 11 50
 Barcelona Tel.: +34 934 25 23 25
 Sevilha Tel.: +34 954 64 29 73
 Bilbau Tel.: +34 944 47 43 10
 Valencia Tel.: +34 963 46 70 12
 *Vigo Tel.: +34 986 22 09 89

BRASIL
 Praça Dom Epaminondas
 Pindamonhangaba
 CEP 12421-020
 Tel.: +55 12 3648 6900
 Fax: +55 12 3648 5113
 (BRASIL)

PACTO ANDINO
 1895 Silverbell Terrace. Weston
 Florida 33327
 Tel.: +1 954 217 09 50
 Fax: +1 954 217 94 55
 Móvil: +1 954 27 026 79
 EE.UU.

CONE SUL
 Ladines, 2913
 Tel. e Fax: +54 11 4572 1415
 C 1419 EYK BUENOS AIRES
 (ARGENTINA)