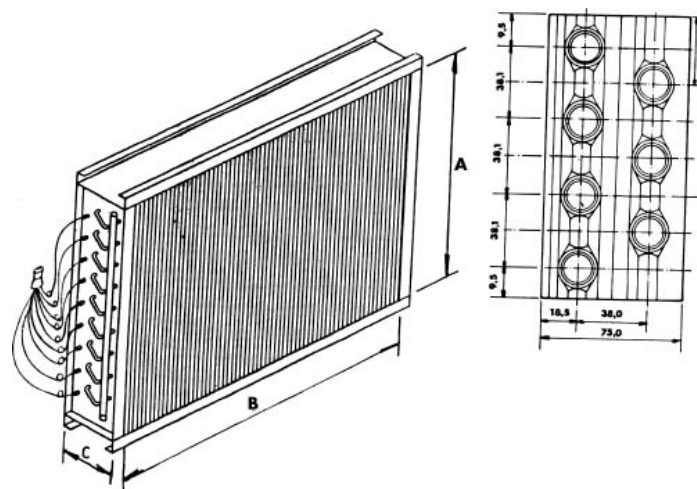




Serpentinas para Ar Condicionado e Refrigeração

CATÁLOGO TÉCNICO



Soluções em transferência de calor para ar condicionado e refrigeração industrial.

Serpentinas para Ar Condicionado

Descrição e Especificações Gerais

O QUE SÃO AS SERPENTINAS

As serpentinas são trocadores de calor que permitem a troca de energia térmica entre o ar e um fluido refrigerante ou água gelada. São utilizadas em ar condicionado, câmaras frias e sistemas de refrigeração industrial.

Serpentina Evaporadora Expansão Direta

Refrigerante halogenado em expansão direta.
Modelo FTSE — distribuidor de líquido na entrada.

Serpentina Água Gelada Expansão Indireta

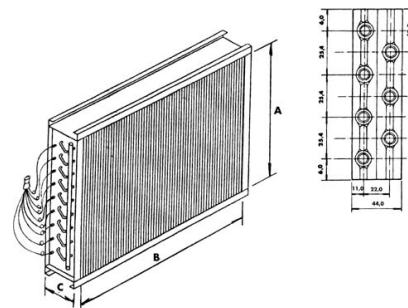
Água gelada como elemento resfriador.
Modelo FTSAG — controle preciso de temperatura.

Serpentinas Especiais

Fabricadas conforme desenho, amostra ou especificações do cliente.

MATERIAIS E CONSTRUÇÃO

Tubos:	Cobre — diâmetro 3/8" ou 5/8"
Aletas:	Alumínio — 8, 10 ou 12 aletas/pol.
Coletores:	Cobre
Conexões:	Entrada e saída do fluido
Acabamento:	Pintura anticorrosiva opcional



Vista frontal — Serpentina padrão

CONFIGURAÇÕES DE CONEXÕES — EXPANSÃO DIRETA

A serpentina de expansão direta possui as seguintes conexões padrão:

- Dos coletores
- Da entrada
- Da saída

Obs.: Quando a serpentina for utilizada com refrigerante halogenado em expansão direta, será instalado distribuidor de líquido na entrada da mesma.

Selecionamento de Serpentina

Métodos de Cálculo para Ar Condicionado

DADOS NECESSÁRIOS PARA SELECIONAMENTO

- Q_s — Calor Sensível (kcal/h)
- Q_t — Calor Total (kcal/h)
- t_{ear} — Temperatura do ambiente = temperatura de entrada do ar na serpentina
- V — Vazão de ar do ventilador (m^3/h)
- $t_{e\ resf.}$ — Temperatura de entrada do elemento resfriador na serpentina
- $t_{s\ resf.}$ — Temperatura de saída do elemento resfriador da serpentina

DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE TROCA TÉRMICA (S)

$$Q_I = Q_{II} = Q_s = \text{calor sensível (kcal/h)}$$

$$Q_I = V/v \times C_p \times D_t$$

Calor transferido pelo ar

$$Q_{II} = U \times S \times D_{tm}$$

Calor transferido pela serpentina

$$S = Q_s / (U \times D_{tm}) \quad [m^2]$$

Área de troca de calor

LEGENDA DAS VARIÁVEIS

- V** Vazão de ar do insuflamento (m^3/h)
- v** Volume específico do ar = $0,90 \text{ m}^3/\text{kg}$
- C_p** Calor específico do ar = $0,24 \text{ kcal/h} \times \text{kg} \times ^\circ\text{C}$
- D_t** Diferencial de temperatura entre entrada e saída do ar na serpentina ($^\circ\text{C}$)
- S** Área de troca de calor (m^2)
- U** Coeficiente global de transmissão de calor ($\text{kcal/h} \times \text{m}^2 \times ^\circ\text{C}$)
- D_{tm}** Diferencial médio logarítmico entre temperaturas do elemento resfriador ($^\circ\text{C}$)

CÁLCULO DO D_{tm} — DIFERENCIAL MÉDIO LOGARÍTMICO

$$A = (t_{ear}) - (t_{s\ resf.})$$

$$B = (t_{s\ ar}) - (t_{e\ resf.})$$



Diagrama de fluxo de temperaturas

$$D_{tm} = (A - B) / \ln(A / B)$$

Coeficiente U e Dimensionamento

Dados para Projeto da Serpentina

CÁLCULO DO COEFICIENTE U

Fórmula: $1/U = 1/h_e + M \times r / h_i$

h_e	Coef. de película — lado do ar (vel. face 2,0–3,0 m/s): 50 kcal/h × m² × °C
h_i água gelada	Velocidade da água 0,7–1,3 m/s: 2.000 kcal/h × m² × °C
h_i refrigerante	Evaporação a 0 °C: 1.000 kcal/h × m² × °C
M	Fator multiplicador = Q_t / Q_s (Calor total / Calor sensível)
r	Relação de área das aletas e área dos tubos (ver tabela abaixo)

TABELA DE RELAÇÃO DE ÁREA (r) — ALETAS × TUBOS

Diâmetro do Tubo	8 aletas/pol.	10 aletas/pol.	12 aletas/pol.
3/8"	11,70	14,63	17,55
5/8"	18,20	22,75	27,30

CONDIÇÕES RECOMENDADAS DE OPERAÇÃO

Velocidade da água nos tubos:

0,7 a 1,3 m/s

Máxima transferência térmica sem perda de carga elevada

Velocidade do ar na face da serpentina:

2,0 a 3,0 m/s (usual: 2,5 m/s)

Velocidades maiores podem provocar arraste de água

DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE FACE (A_f) E N° DE FILAS

Para velocidade de face de 2,5 m/s:

$$A_f = V / 2,5 \text{ [m}^2\text{]}$$

Profundidade = $S / (n^\circ \text{ aletas} \times \text{altura} \times 2)$ [m]

Para tubos ø 3/8" — cada fila corresponde a 22 mm de profundidade

Para tubos ø 5/8" — cada fila corresponde a 37,5 mm de profundidade

N° de filas = Profundidade / 22 ou / 37,5

Serpentinas Padronizadas

Dimensões Aletadas para 4 Filas (ROWS) em mm

DADOS TÉCNICOS BASE — 25°C AMBIENTE | 680 m³/h POR TR

Discriminação	Evap. 5/8"	Evap. 3/8"	Ág. Gel. 5/8"	Ág. Gel. 3/8"
Temperatura evaporação / água (°C)	0	0	+5	+5
Temperatura saída elemento resfriador (°C)	+5	+5	+10	+10
Vazão de ar recomendada por TR (m³/h)	680	680	680	680
Dtm — Diferencial térmico logarítmico	17,2	17,2	10	10
S — Área de troca térmica por TR (m²)	6,0	6,7	8,0	6,7

DIMENSÕES (mm) POR CAPACIDADE (TR) — 4 ROWS

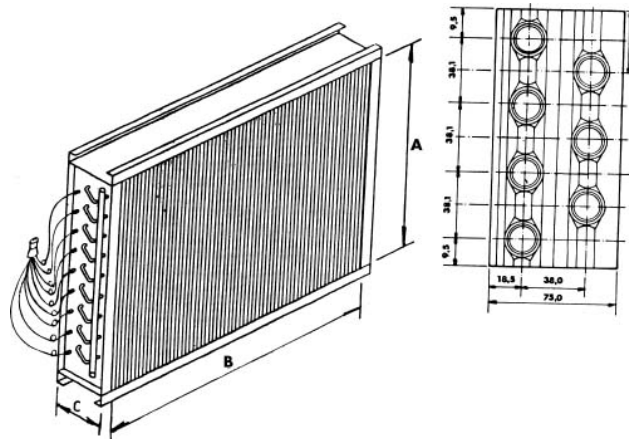
Cap. (TR)	Evap. 5/8" ■ Compr	Evap. 5/8" ■ Altura	Evap. 3/8" ■ Compr	Evap. 3/8" ■ Altura	Ág. Gel. 5/8" ■ Compr	Ág. Gel. 5/8" ■ Altura	Ág. Gel. 3/8" ■ Compr	Ág. Gel. 3/8" ■ Altura
1,0	225	305	265	305	260	305	295	305
1,5	330	305	395	305	425	305	525	305
2,0	430	305	490	305	560	305	625	305
3,0	438	458	570	406	570	458	660	458
4,0	615	458	590	508	750	458	790	458
5,0	745	458	750	508	940	458	790	610
7,5	680	762	935	610	850	762	940	762
10,0	895	762	1.000	762	1.130	762	1.260	762

Modelos FTSE e FTSAG

Especificações Completas por Modelo

MODELO FTSE — SERPENTINA EVAPORADORA EXPANSÃO DIRETA — TUBO ϕ 5/8"

Modelo	Capac. (kcal/h)	Área Face (m ²)	ROWS	Vazão Ar (m ³ /h)	Tubo (ϕ)	A (mm)	C (mm)	B (mm)
FTSE-1,0	3.024	0,07	4	680	5/8"	225	152	305
FTSE-1,5	4.536	0,10	4	1.020	5/8"	330	152	305
FTSE-2,0	6.048	0,14	4	1.360	5/8"	430	152	305
FTSE-3,0	9.072	0,20	4	2.040	5/8"	438	152	458
FTSE-4,0	12.096	0,27	4	2.720	5/8"	615	152	458
FTSE-5,0	15.120	0,34	4	3.400	5/8"	745	152	458
FTSE-7,5	22.680	0,51	4	5.100	5/8"	680	152	762
FTSE-10,0	30.240	0,68	4	6.800	5/8"	895	152	762
FTSE-12,5	37.800	0,84	4	8.500	5/8"	1.100	152	762
FTSE-15,0	45.360	1,03	4	10.200	5/8"	900	152	1.143
FTSE-20,0	60.480	1,51	4	13.600	5/8"	1.200	152	1.143
FTSE-25,0	75.600	1,72	4	17.000	5/8"	1.500	152	1.143
FTSE-30,0	90.720	2,06	4	20.400	5/8"	1.800	152	1.143



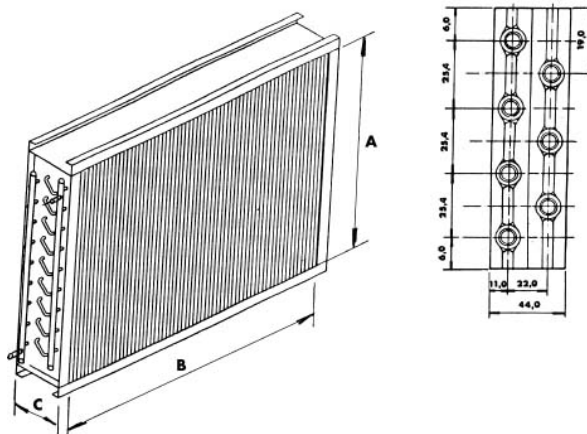
FTSE — Serpentina Evaporadora Expansão Direta | Tubo ϕ 5/8" • Detalhe das Aletas

Modelo FTSAG

Serpentina Água Gelada — Especificações Completas

MODELO FTSAG — SERPENTINA ÁGUA GELADA — TUBO \varnothing 3/8"

Modelo	Capac. (kcal/h)	Área Face (m ²)	ROWS	Vazão Ar (m ³ /h)	Tube (ø)	A (mm)	C (mm)	B (mm)
FTSAG-1,0	3.024	0,08	4	680	3/8"	265	88	305
FTSAG-1,5	4.536	0,12	4	1.020	3/8"	395	88	305
FTSAG-2,0	6.048	0,15	4	1.360	3/8"	490	88	305
FTSAG-3,0	9.072	0,23	4	2.040	3/8"	570	88	406
FTSAG-4,0	12.096	0,30	4	2.720	3/8"	590	88	508
FTSAG-5,0	15.120	0,38	4	3.400	3/8"	750	88	508
FTSAG-7,5	22.680	0,57	4	5.100	3/8"	935	88	610
FTSAG-10,0	30.240	0,76	4	6.800	3/8"	1.000	88	762
FTSAG-12,5	37.800	0,95	4	8.500	3/8"	1.250	88	762
FTSAG-15,0	45.360	1,14	4	10.200	3/8"	1.250	88	915
FTSAG-20,0	60.480	1,51	4	13.600	3/8"	1.415	88	1.067
FTSAG-25,0	75.600	1,89	4	17.000	3/8"	1.620	88	1.168
FTSAG-30,0	90.720	2,27	4	20.400	3/8"	1.990	88	1.143



FTSAG — Serpentina Expansão Indireta (Água Gelada) | Tubo \varnothing 3/8" • Detalhe das Aletas