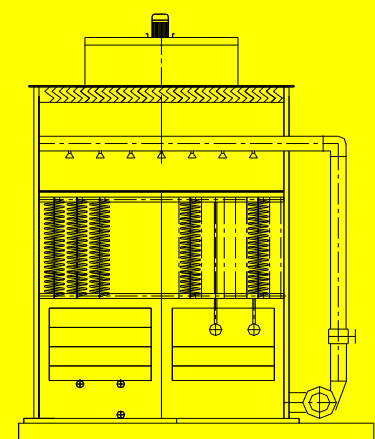
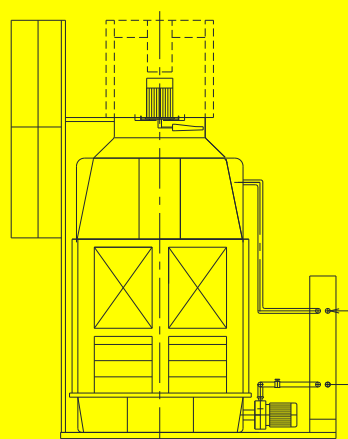




Torres de resfriamento de circuito fechado :



***Com serpentina
TRS***

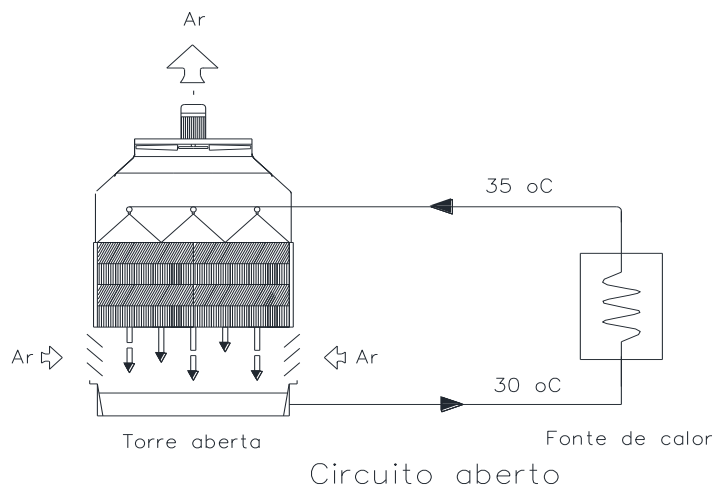


***Com trocador
TRT***

- Condensadores evaporativos

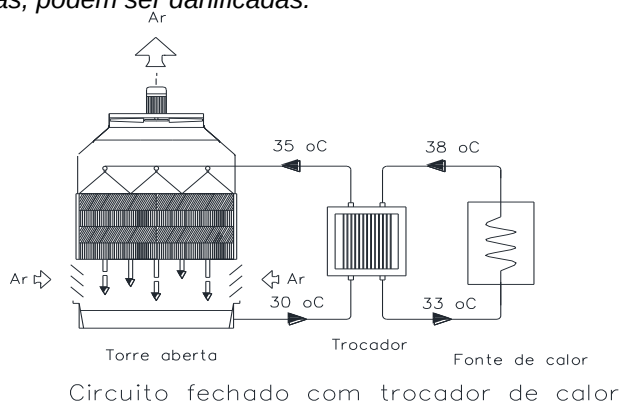
- Resfriadores de fluido

A seguir algumas considerações sobre os possíveis circuitos de refrigeração:



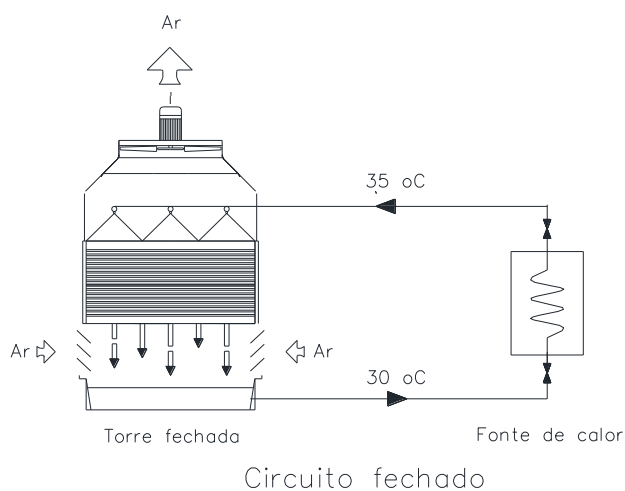
1) Circuito aberto.

Sistema mais utilizado. Menor capital investido, fácil manutenção. Dos três tipos de circuito é o que tem o menor consumo de energia para operar. Não serve para aplicações, onde incrustações, nas máquina serem resfriadas, podem ser danificadas.



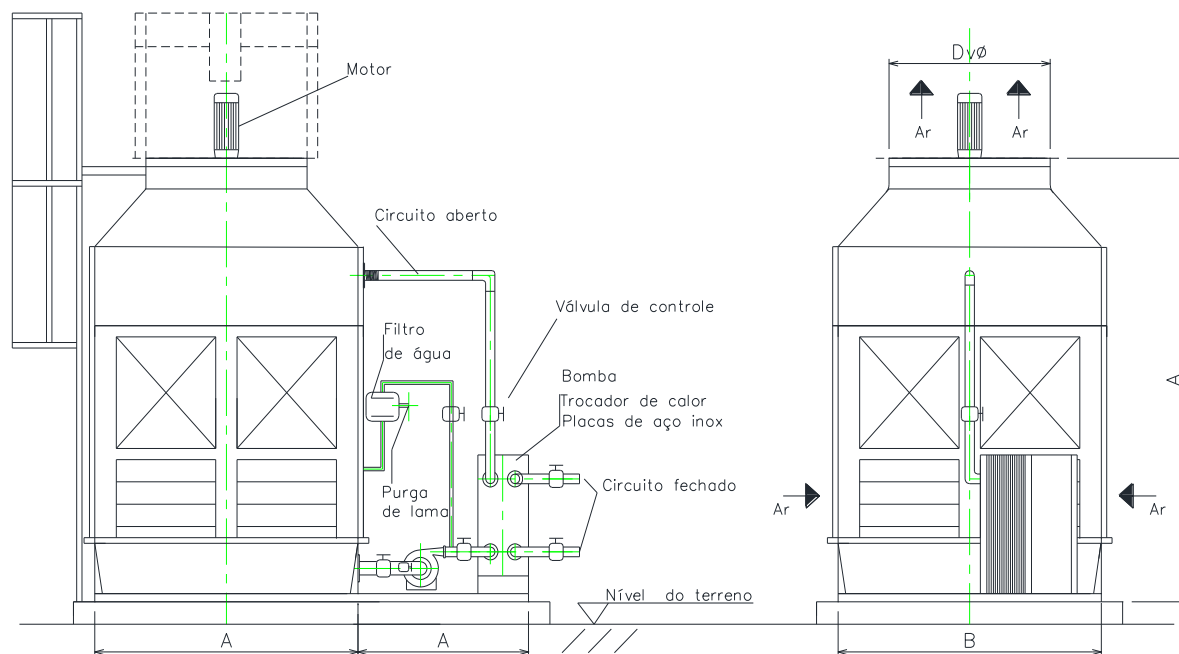
2) Circuito fechado com trocador de calor.

Alguns equipamentos a serem resfriados, requerem que a água seja desmineralizada, evitando-se incrustações. O consumo de energia é cerca de 10% maior que o circuito aberto. Os trocadores de calor a placa, tem manutenção muito fácil.



3) Circuito fechado, com serpentina helicoidal interna

Alguns equipamentos a serem resfriados, requerem que a água seja desmineralizada, evitando-se incrustações. O consumo de energia é cerca de 6 % maior que o circuito aberto. Os trocadores de calor helicoidais permitem desmontar para facilitar a manutenção.

Dados de engenharia:


Modelo	A	B	H	Dv	Bomba	Motor	Conexão	Seco	Operação
CFT	mm	mm	mm	mm	CV	CV	circu fech.	kg	kg
5	700	700	2.000	500	1	0,50	2"	210	550
10	1.000	1.000	2.300	500	1	1	2"	450	900
15	1.200	1.200	2.550	750	2	1,5	2"	800	1.600
20	1.420	1.420	2.550	750	2	2	2"	1.200	2.500
25	1.580	1.580	2.550	1.000	2	3	2"	1.500	3.400
32	1.820	1.820	3.055	1.000	3	3	2"	1.900	4.100
40	2.000	2.000	3.055	1.250	3	4	3"	2.600	5.200
50	2.250	2.250	3.055	1.250	3	5	3"	3.200	6.400
60	2.450	2.450	4.700	1.500	5	5	3"	5.600	11.200
80	2.830	2.830	4.700	1.750	7,50	8	3"	7.900	15.800
100	3.160	3.160	4.700	1.750	7,50	10	4"	9.100	18.111
120	3.460	3.460	4.700	2.000	7,50	12,5	4"	10.110	22.100

Materiais de construção:

Motor	W22 autorendimento	Eliminador	pp ou de PVC	Bicos	pp
Redutor	Ferro fundido	Enchimen	pp	Parafusos	ço cadmiado
Hélice	Pas fiberglas	Ferragem	zincado a fogo	Difusor	Fiberglas
Helice	Cubo Aço cadmiado	Distribuiç	VC / fiberglas	Carcaça	fiberglas

Trocador aço inox 316 Bomba ferro fundido

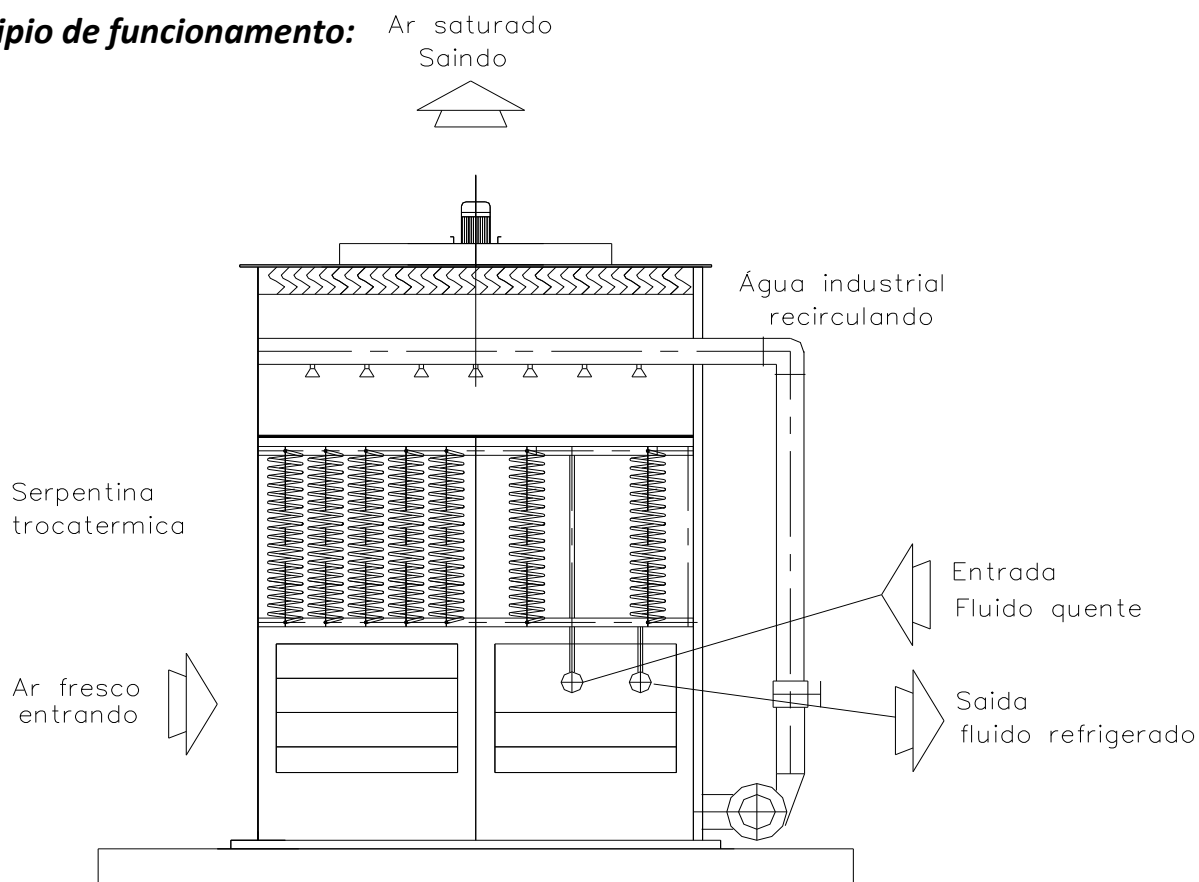
Atenção: Capacidades sob consulta

Projeto tecnológico avançado:

Construção mecânica:

100 % resistentes a corrosão. Construção robusta, com a aplicação de plásticos de engenharia, sendo a carcaça em fibra de vidro, internos injetados em polipropileno e tubulação em PVC / fiberglas. Ferragem zincada a fogo por imersão. Ventiladores axiais instalados no topo da torre. Todo o peso próprio do conjunto de ventilação, mais as cargas dinâmicas oriundas do funcionamento, são uniformemente distribuídas pela estrutura da torre, evitando-se deformações. Serpentina de troca térmica em tubos de aço zincados a fogo, DIN 2458 / 1626. Teste hidráulico a 50 kg/cm² e funcionamento a 21 kg / cm². Lavados com solvente após fabricação para evitar contaminação.

Princípio de funcionamento:



Não há contato do fluido a ser resfriado com o ar fresco, evitando-se sua contaminação. O fluido a ser resfriado é bombeado, proveniente da fonte de calor, para dentro da serpentina de troca térmica. Água fresca industrial é distribuída sobre esta serpentina. O contato da água industrial fresca com as paredes quentes da serpentina e o ar fresco aspirado pelo ventilador, provoca evaporação da água industrial com o conseqüente resfriamento do fluido a ser tratado. O fluido a ser resfriado é bombeado, para a fonte de calor para seu resfriamento. Quando um fluido líquido for resfriado chamamos **torre de resfriamento de circuito fechado**. Quando um fluido gasoso for resfriado chamamos de **condensador evaporativo**.

Exemplo

Gw = Vazão de água = 25 m³/h

tw1 = Temp. de água quente = 40 oC

tw2 = temp. da água resfriada = 30 oC

tf = temp. de bulbo húmido do local = 24 oC

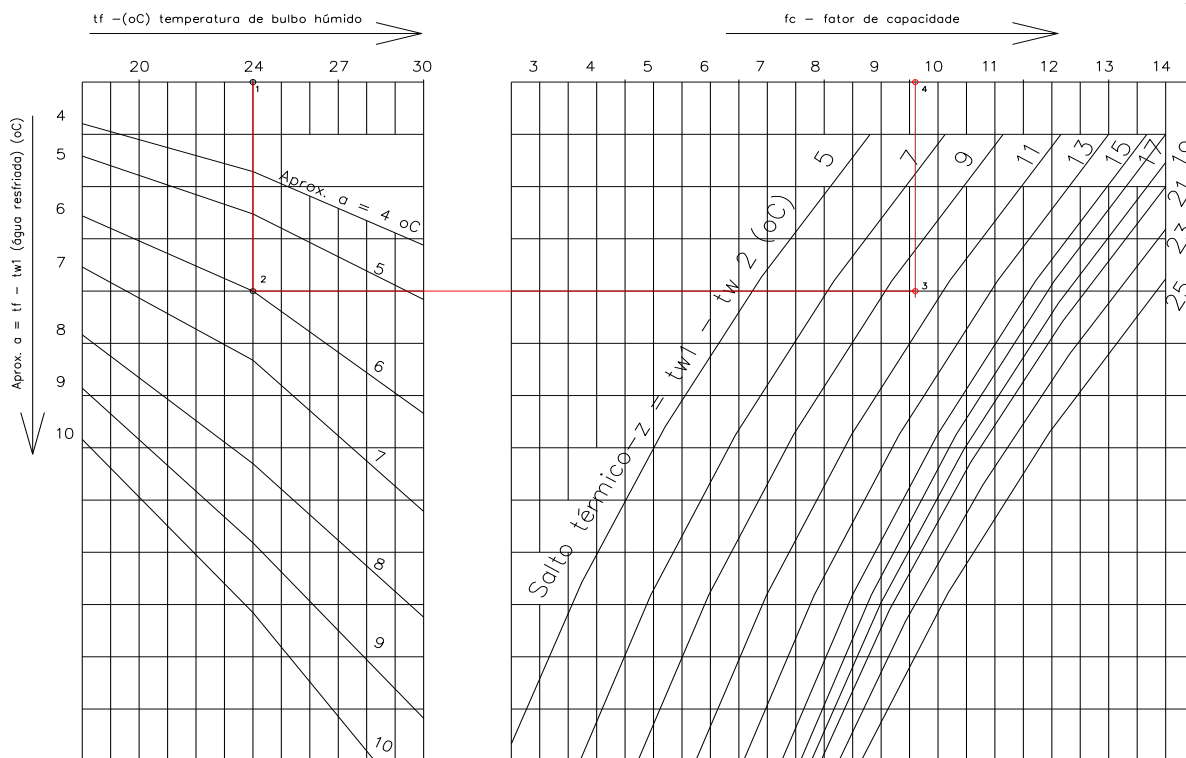
Procure tf = 24 oC (pos.1)

Procure o aprox - a = 30 - 24 = 6 oC (pos 2)

z = 40 - 30 = 10; (pos.3); da (pos.3), acha-se

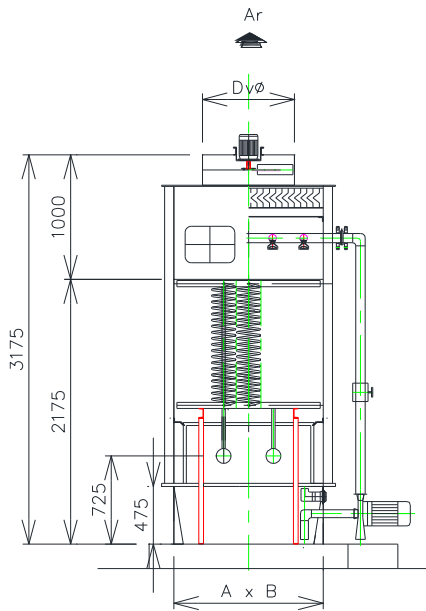
fc = 9,65, (pos 4).

seleção - TRS 41d

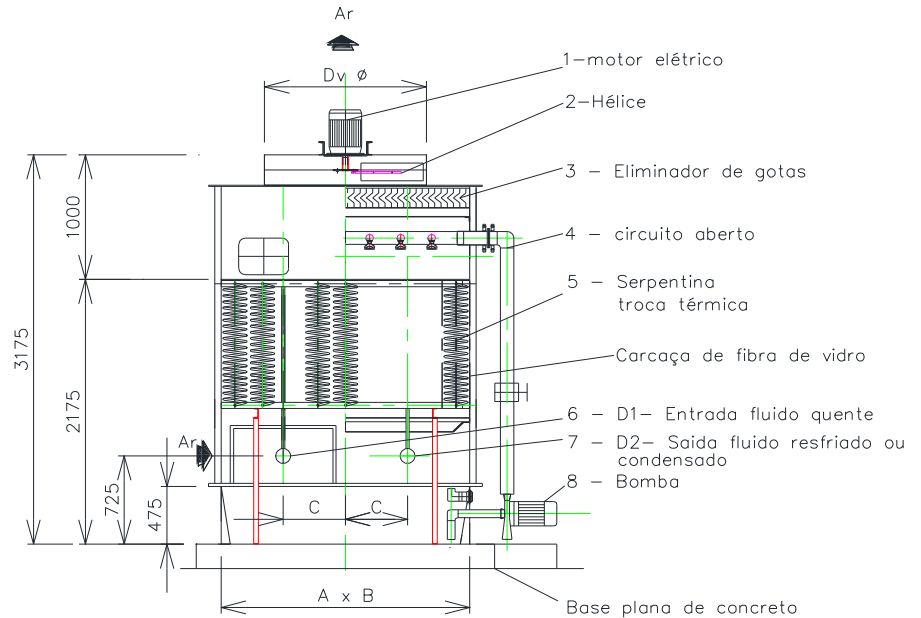


Modelo	fator de capacidade - fc								número de
TRS	5	6	7	8	9	10	11	12	tubos
Vazão de água a ser resfriada em (m ³ /h)									
5/a	5,23	3,97	3,07	2,40	1,98	1,44	1,33	1,17	16
5/d	8,53	6,77	5,40	4,50	3,60	3,17	2,57	2,27	16
10/a	10,47	7,93	6,13	4,80	3,96	2,88	2,66	2,32	32
10/d	17,07	13,53	10,80	9,00	7,20	6,33	5,13	4,53	32
15/a	15,70	11,90	9,20	7,20	5,94	4,32	4,00	3,50	48
15/d	25,60	20,30	16,20	13,50	10,80	9,50	7,70	6,80	48
20/a	20,93	15,87	12,27	9,60	7,92	5,76	5,33	4,67	64
20/d	34,13	27,07	21,60	18,00	14,40	12,67	10,27	9,07	64
25/a	26,17	19,83	15,33	12,00	9,90	7,20	6,67	5,83	80
25/d	42,67	33,83	27,00	22,50	18,00	15,83	12,83	11,33	80
31/a	33,49	25,39	19,63	15,36	12,67	9,22	8,53	7,47	99
31/d	54,61	43,31	34,56	28,80	23,04	20,27	16,43	14,51	99
41/a	41,87	31,73	24,53	19,20	15,84	11,52	10,67	9,33	128
41/d	68,27	54,13	43,20	32,00	28,80	25,33	20,53	18,13	128
51/a	52,33	39,67	30,67	24,00	19,80	14,40	13,33	11,67	160
51/d	85,33	67,67	54,00	45,00	36,00	31,67	25,67	22,67	160
Perda de carga , função da vazão - m CA (metro / coluna de água)									
	0,5	0,30	0,25	0,20	0,15	0,1	0,09	0,08	

Exemplo: resfriador 20/a, com 20,8 m³/h de vazão, tem 0,5 m CA de perda de carga



Torre TRS 5a a 25d



Torre TRS 31 a 50d

Modelo	A	B	C	Dv	D1	D2	Motor vent	Motor bomba	Peso em (kg)	
									Seco	Operação
5a	700	700	150	500	2	2	0,5	1	238	637
5d	700	700	150	500	2	2	0,5	1	333	730
10a	1000	1000	200	500	2	2	1	1	476	1274
10d	1000	1000	200	500	2	2	1	1	666	1460
15a	1200	1200	200	750	3	3	1,5	1,5	714	1911
15d	1200	1200	200	750	3	3	1,5	1,5	999	2190
20a	1420	1420	200	750	3	3	2	2	952	2548
20d	1420	1420	200	750	3	3	2	2	1332	2920
25a	1580	1580	200	1000	3	3	3	3	1190	3185
25d	1580	1580	200	1000	3	3	3	3	1665	3650
31a	1820	1820	200	1000	3	3	3	4	1523	4076
31d	1820	1820	200	1000	3	3	3	4	2132	4672
40a	2000	2000	500	1100	4	4	4	4	1904	5096
40d	2000	2000	500	1100	4	4	4	4	2664	5840
50a	2250	2250	500	1100	4	4	5	5	2380	6370
50d	2250	2250	500	1100	4	4	5	5	3330	7300

Exemplo de seleção, para condensação de gases:

Gas a ser condensado: **amonea**

Dissipação de calor desejada: **195 900 kcal/h**

Temperatura de condensação: **tc = 38 oC**

Temperatura de bulbo húmido: **tf = 24 oC**

Fator de correção: **tc = 1,11 (da tabela - Amonea)**

Dissipação de calor corrigida = $195\,900 \times 1,11 = 217\,449 \text{ kcal/h}$ (procurar na tabela de dissipação básica -

Modelo selecionado: **BSC 29 / a**

ca, valor igual ou maior)

Fatores de correção de capacidade para gases R-12; R-22; R-500 e R-502 (Freon)

Temperaturas de condensação - tc - (oC)

Tf (oc)	32	34	36	38	40	42	44	46	48
16	1,24	1,08	0,96	0,85	0,77	-	-	-	-
18	1,39	1,19	1,04	0,92	0,82	0,74	-	-	-
20	1,58	1,33	1,14	0,99	0,88	0,79	-	-	-
22	1,86	1,53	1,28	1,10	0,95	0,85	0,76	-	-
24	2,30	1,80	1,48	1,23	1,05	0,93	0,83	-	-
26	-	2,18	1,72	1,41	1,18	1,02	0,90	0,74	-
28	-	-	2,06	1,64	1,23	1,14	0,99	0,80	-
30	-	-	-	2,00	1,59	1,29	1,11	0,88	0,80

Fatores de correção de capacidade para gases R-717 (Amonea)

Temperaturas de condensação - tc - (oC)

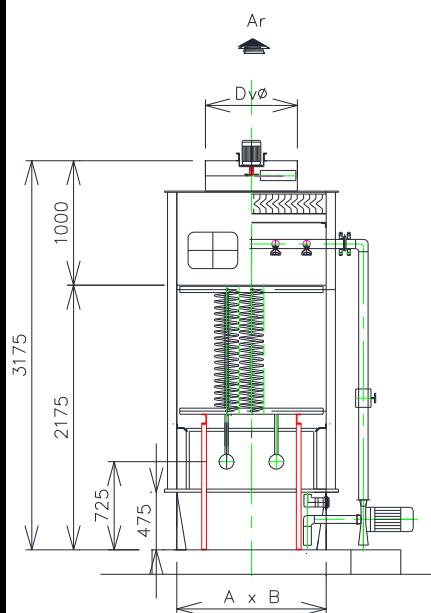
Tf (oc)	32	34	36	38	40	42	44	46	48
16	1,20	0,98	0,87	0,77	0,70	-	-	-	-
18	1,26	1,08	0,94	0,83	0,74	0,67	-	-	-
20	1,43	1,21	1,03	0,90	0,80	0,71	-	-	-
22	1,69	1,39	1,16	1,00	0,86	0,77	0,69	-	-
24	2,09	1,63	1,34	1,11	0,95	0,84	0,75	0,65	-
26	-	1,98	1,56	1,28	1,07	0,92	0,82	0,74	0,67
28	-	-	1,87	1,49	1,11	1,03	0,90	0,80	0,72
30	-	-	-	1,82	1,44	1,17	1,01	0,90	0,80

Dissipação básica de calor (kcal/h)

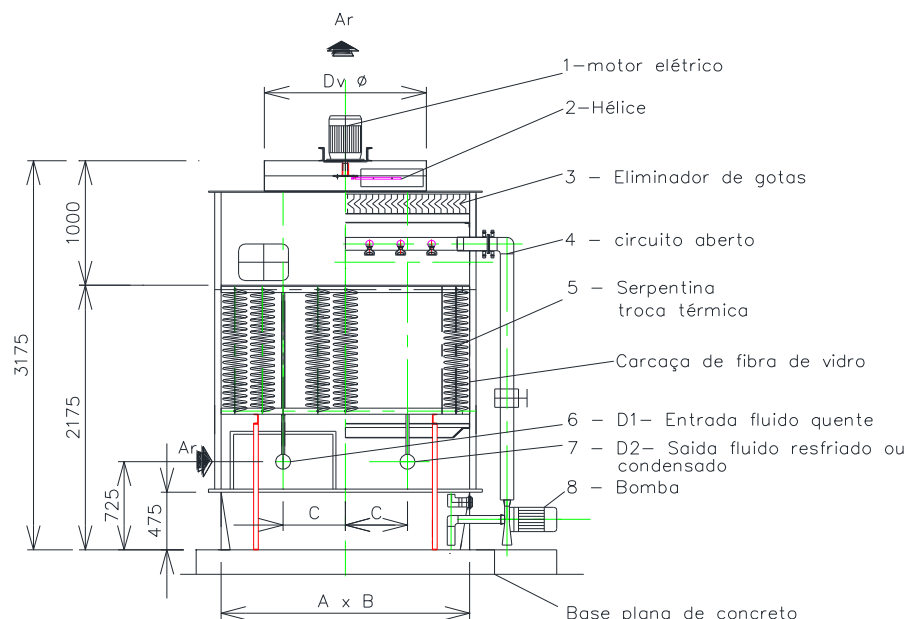
Número tubos	Modelo TRS	Dissipação kcal/h	Número tubos	Modelo BSC	Dissipação kcal/h
65	5 / a	33.578	584	31 / a	322.342
65	5 / d	58.257	584	31 / d	349.545
130	10 / a	67.154	778	40 / a	402.928
130	10 / d	116.515	778	40 / d	466.060
195	15 / a	100.732	1038	50 / a	503.660
195	15 / d	174.773	1038	50 / d	582.575
259	20 / a	201.464	1297		
259	20 / d	233.030	1297		
389	25 / a	251.830	1622		
389	25 / d	291.288	1622		

A dissipação básica é válida para $t_f = 24 \text{ oC}$ e $t_c = 40,6 \text{ oC}$. Outras condições, fazer a correção

- Um condensador evaporativo dissipa calor emitido por um sistema de refrigeração para o ambiente. O calor total dissipado é a soma do calor do evaporador, mais a potencia consumida no compressor
Dissipação total de calor (kcal/h) = capacidade frigorífica (kcal/h) + CV do compressor x 636 ou 854 quando a unidade for kw. Sistemas multiestágio + potencia do ultimo estágio.



Torre TRS 5a a 25d



Torre TRS 31 a 50d

Modelo	A	B	C	Dv	D1	D2	Motor vent	Motor bomba	Peso em (kg)	
	mm	mm	mm	mm	in	in	CV	CV	Seco	Operação
5a	700	700	150	500	2	2	0,5	1	238	637
5d	700	700	150	500	2	2	0,5	1	333	730
10a	1000	1000	200	500	2	2	1	1	476	1274
10d	1000	1000	200	500	2	2	1	1	666	1460
15a	1200	1200	200	750	3	3	1,5	1,5	714	1911
15d	1200	1200	200	750	3	3	1,5	1,5	999	2190
20a	1420	1420	200	750	3	3	2	2	952	2548
20d	1420	1420	200	750	3	3	2	2	1332	2920
25a	1580	1580	200	1000	3	3	3	3	1190	3185
25d	1580	1580	200	1000	3	3	3	3	1665	3650
31a	1820	1820	200	1000	3	3	3	4	1523	4076
31d	1820	1820	200	1000	3	3	3	4	2132	4672
40a	2000	2000	500	1100	4	4	4	4	1904	5096
40d	2000	2000	500	1100	4	4	4	4	2664	5840
50a	2250	2250	500	1100	4	4	5	5	2380	6370
50d	2250	2250	500	1100	4	4	5	5	3330	7300

Processos evaporativos de resfriamento, caso de torres de resfriamento, resfriadores de fluidos, e condensadores evaporativos tem uma perda contínua de água, através evaporação.

Ao evaporar, a concentração de sal aumenta, devido a adição dos sais da água de reposição e os corpos em suspensão, no ar aspirado pelo ventilador.

A água em circulação deve ser tratada, devido ao acumulo de sais e pó e outros, aspirados pelo ventilador, evitando-se incrustações e o desenvolvimento de micro organismo, etc..

Parametros químicos da água:

Manter a água de circulação, dentro dos seguintes parametros para se evitar corrosão e incrustações::

Propriedade	Aço Galvanizado	Paredes de	
	G-235	fiberglas	PVC
ph	7,0 - 8,8	6,0 - 9,5	6,0 - 9,5
ph durante aplicação	7,0 - 8,0	N/A	N/A
Solidos em suspensão (ppm)	< 25	< 25	<25
Condutividade (micro-mhos/m)	< 2 400	< 4 000	< 5 000
Alcalinidade CaCO ₃ (ppm)	75 - 400	< 600	< 600
Dureza calcium CaCO ₃ (ppm)	50 - 500	< 600	< 600
Cloro Cl (ppm)	< 300	< 500	< 2000
Silica (ppm)	< 150	< 150	< 1500
Bacteria total (cfu/ml)	< 10 000	< 10 000	< 10 000

Componentes do sistema:

1) Filtro de limpeza automática



Realiza a filtração e limpeza da água continuamente Atraves comando da válvula automática, função do ciclo de concentração, a válvula de alivio do filtro abre em tempos predefinidos e descarrega o lodo acumulado. Diminui a quantidade de produtos químicos a serem adicionados.

2) Bombas dosadoras e tanques de produtos



Sistema compacto, em caixa de aço inox e tanques dosadores de polietilene Acesso fácil e operação simplificada.

Construção básica

Carcaça - Em painéis robustos, fabricados em poliéster reforçados com fibra de vidro - fibras - sendo sendo a camada externa em gel coat verde isoftálico, com inibidor ultra violeta. Os equipamentos podem ser construídos atendendo a outras especificações, como torre sem piscina, material auto extingüível, padrão V0 do UnderwriteLaboratories, USA, ou grau 5 pela ASTM - E 84-81a. Vigas de apoio em aço carbono zincado a fogo. Parafusos em aço carbono cadmiado.

Motores elétricos - utilizamos motores do tipo W 22, ou TFVE, IP 55, classe B, com flange ff

Ventiladores axiais Série AL cubo de alumínio, pás reguláveis de alumínio, até 1200 mm

Série AIP cubo de alumínio, pás fixas de fibras, até 2 500 mm de diâmetro

Série 9 E cubo de aço, pás reguláveis, até 11 200 mm de diâmetro

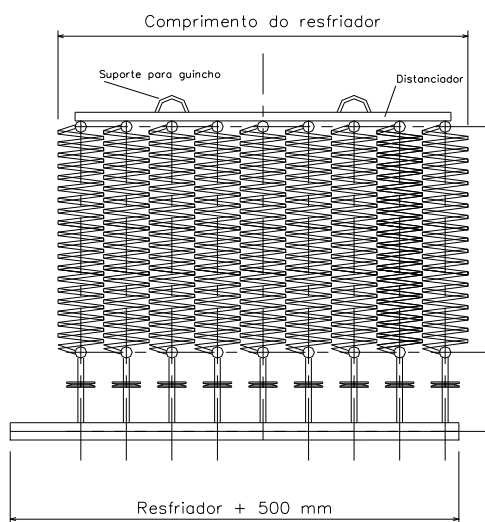
Eliminador de gotas: tipo Chevron 160, de dupla passagem injetado em pp

Sistema de distribuição de água do circuito aberto:

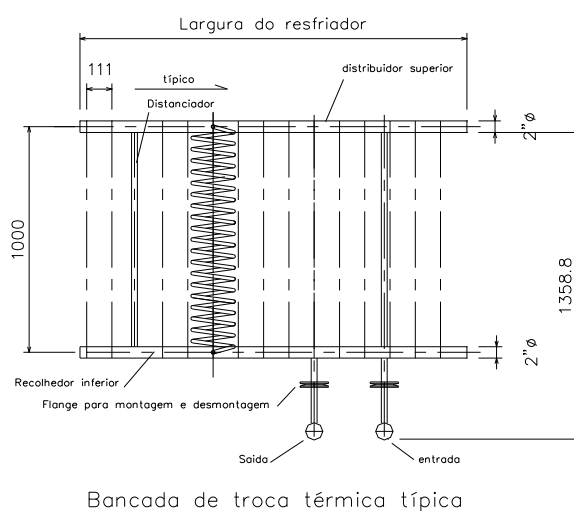
Construída com tubos de PVC, reforçados com fibras. Resiste a corrosão e a temperaturas de até 60 °C. São equipadas com bicos de pulverização Multiplate de 1", injetados em pp.

Serpentina de troca térmica - circuito fechado

serpentina de aço SAE 1020 zincada a fogo
ou serpentina cobre



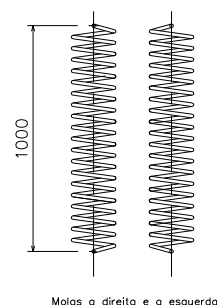
Serpentina de troca térmica típica



Bancada de troca térmica típica

Serpentina de troca térmica
US Patent 4 626 387

A serpentina é composta de tantas bancadas quantas necessárias para atingir o comprimento do resfriador. Cada bancada é desmontável, soltando-se o flange e o distanciador.



Molos o direito e o esquerdo



Sifco - Jundiaí



Usina Santa Isabel



Copesul - Triunfo - RS



Fiat Automóveis - Betim - Mg



Klabin Celulose - SP



Metso - Sorocaba - SP