

8. ANEXOS

8.1 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

8.1.1 Grupo termodinámico GTD-144-4

GRUPO TERMODINÁMICO GTD144-4	
Tipo de intercambio	Gas-agua
Compresor hermético, Danfoss Maneurop (alternativo pistón)	MTZ144-4
Alimentación eléctrica	380 V / 3 ph / 50 Hz
Agente refrigerante	R-134a
Precarga (kg)	En placa características
Capacidad calorífica (kW) (**)	27,40-54,80
Potencia absorbida en funcionamiento nominal (*) (kW)	7,83
COP (coefficient of performance)	3,5-7,0
Dimensiones (mm)	1000x700x650
Peso (kg)	153
Carcasa acero galvanizado con aislamiento acústico	lacado blanco
Potencia sonora (a 1 m de distancia)	50-65 dB
Nº paneles termodinámicos	24
Línea de líquido (tubería cobre frigorífico)	5/8"
Línea de aspiración (tubería cobre frigorífico)	1 1/8"
Válvula de expansión termostática	Danfoss
Filtro deshidratador	Danfoss
Depósito de líquido refrigerante	Si
Separador de aceite	ALCO
Visor de líquido	Si
Presostatos HP/ LP	18 bar máx. / 0,7 bar mín.
Termostatos digitales	Si
Resistencia de cárter	Tipo PTC
Intercambiador de placas soldadas, INOX AISI 316L	CB27-70H
Cuadro eléctrico con indicadores luminosos	Si
Variador de frecuencia	Opcional
Arrancador suave trifásico	Opcional

Tabla 31. Especificaciones técnicas GTD-144-4

(*) Condiciones ARI con R134a: 20 °C temperatura de evaporación; 40 °C temperatura condensación; 8.3K subenfriamiento; 11.1K recalentamiento, 50 Hz, 400 V.

(**) Rango de capacidad calorífica media que variará según las condiciones de condensación / evaporación.

Compresor MTZ144-4

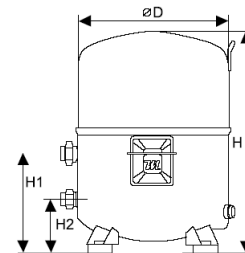


Datasheet, technical data Maneurop reciprocating compressor, MTZ144-4

General Characteristics

	MTZ144HV4	MTZ144HV4VE
Model number (on compressor nameplate)	MTZ144-4I	MTZ144-4VI
Code number for Singlepack*	MTZ144-4M	MTZ144-4VM
Code number for Industrial pack**	8504014d	8504011d
Drawing number		
Suction and discharge connections	Rotolock	Rotolock
Suction connection	1-3/4" Rotolock	1-3/4" Rotolock
Discharge connection	1-1/4" Rotolock	1-1/4" Rotolock
Suction connection with supplied sleeve	1-1/8" ODF	1-1/8" ODF
Discharge connection with supplied sleeve	3/4" ODF	3/4" ODF
Oil sight glass	Brazed	Threaded
Oil equalisation connection	None	3/8" flare SAE
Oil drain connection	None	None
LP gauge port	Schrader	Schrader
IPR valve	30 bar / 8 bar	30 bar / 8 bar
Cylinders	4	
Swept volume	241.87 cm ³ /rev	
Displacement @ Nominal speed	42.1 m ³ /h @ 2900 rpm - 50.8 m ³ /h @ 3500 rpm	
Net weight	67 kg	
Oil charge	3.9 litre, POE - 160PZ	
Maximum system test pressure Low Side / High side	25 bar(g) / 30 bar(g)	
Maximum differential test pressure	30 bar	
Maximum number of starts per hour	12	
Refrigerant charge limit	10 kg	
Approved refrigerants	R404A - R507A - R134a - R407C	

Dimensions

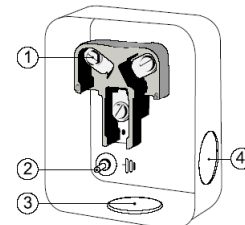


D=352 mm
H=540 mm
H1=233 mm
H2=125 mm

Electrical Characteristics

Nominal voltage	380-400V/3/50Hz - 460V/3/60Hz
Voltage range	340-440 V @ 50Hz - 414-506 V @ 60Hz
Winding resistance (between phases) +/- 7% at 25°C	1.19 Ω
Maximum Continuous Current (MCC)	30 A
Locked Rotor Amps (LRA)	115 A
Motor protection	Internal overload protector

Terminal box



IP54 (with cable gland)

- 1: Screw connectors 10-32 UNF x 9.5
- 2: Earth M4-12, torque 2 Nm (17 in.lb)
- 3: Knock-out Ø 29 mm (1.14")
- 4: Knock-out Ø 25.5 mm (1.00")

Recommended Installation torques

Suction Rotolock nut or valve	110 Nm
Discharge Rotolock nut or valve	90 Nm
Oil sight glass	50 Nm
Power connections / Earth connection	3 Nm / 2 Nm
Mounting bolts	50 Nm

Parts shipped with compressor

Mounting kit with grommets, bolts, nuts, sleeves and washers
Suction & Discharge solder sleeves, rotolock nuts and gaskets (shipped with rotolock version only)
Initial oil charge
Installation instructions

Approvals : CE certified, UL certified (file SA6873), -

*Singlepack: Compressor in cardboard box

**Industrial pack: 6 Unboxed compressors on pallet (order per multiples of 6)



Datasheet, performance data

Maneurop reciprocating compressor. MTZ144-4

Performance data at 50 Hz, EN 12900 rating conditions

R134a

Cond. temp. in °C (tc)	Evaporating temperature in °C (to)								
	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	

Cooling capacity in W

35	9 666	12 793	16 562	21 053	26 345	32 516	39 646	47 815	-
40	8 752	11 730	15 315	19 586	24 622	30 502	37 305	45 110	-
45	7 873	10 680	14 059	18 089	22 848	28 415	34 868	42 287	-
50	7 037	9 652	12 804	16 572	21 032	26 264	32 346	39 357	-
55	6 253	8 655	11 559	15 042	19 183	24 058	29 747	36 327	-
60	-	7 697	10 332	13 511	17 310	21 807	27 081	33 209	-
65	-	-	-	11 985	15 422	19 520	24 357	30 009	-
70	-	-	-	-	-	17 206	21 583	26 738	-

Power input in W

35	4 531	5 009	5 460	5 867	6 215	6 489	6 672	6 748	-
40	4 704	5 216	5 708	6 165	6 571	6 911	7 168	7 326	-
45	4 854	5 405	5 944	6 456	6 925	7 336	7 673	7 919	-
50	4 978	5 572	6 164	6 736	7 274	7 762	8 183	8 523	-
55	5 070	5 714	6 363	7 002	7 613	8 183	8 695	9 133	-
60	-	5 827	6 539	7 248	7 939	8 596	9 203	9 745	-
65	-	-	-	7 472	8 247	8 997	9 705	10 356	-
70	-	-	-	-	-	9 382	10 196	10 961	-

Current consumption in A

35	10.17	10.63	11.08	11.50	11.88	12.20	12.45	12.63	-
40	10.32	10.84	11.34	11.83	12.29	12.70	13.05	13.34	-
45	10.46	11.02	11.59	12.16	12.70	13.21	13.67	14.08	-
50	10.56	11.19	11.83	12.47	13.11	13.72	14.30	14.84	-
55	10.63	11.32	12.05	12.78	13.52	14.24	14.95	15.62	-
60	-	11.43	12.24	13.08	13.92	14.77	15.60	16.41	-
65	-	-	-	13.35	14.31	15.29	16.26	17.22	-
70	-	-	-	-	-	15.81	16.92	18.04	-

Mass flow in kg/h

35	235	304	385	479	588	712	853	1 012	-
40	223	292	373	467	575	699	839	997	-
45	212	280	361	454	561	684	823	980	-
50	201	269	348	440	546	667	804	959	-
55	191	257	335	425	528	647	782	934	-
60	-	245	320	408	509	625	757	907	-
65	-	-	-	390	488	601	729	875	-
70	-	-	-	-	-	573	698	840	-

Coefficient of performance (C.O.P.)

35	2.13	2.55	3.03	3.59	4.24	5.01	5.94	7.09	-
40	1.86	2.25	2.68	3.18	3.75	4.41	5.20	6.16	-
45	1.62	1.98	2.37	2.80	3.30	3.87	4.54	5.34	-
50	1.41	1.73	2.08	2.46	2.89	3.38	3.95	4.62	-
55	1.23	1.51	1.82	2.15	2.52	2.94	3.42	3.98	-
60	-	1.32	1.58	1.86	2.18	2.54	2.94	3.41	-
65	-	-	-	1.60	1.87	2.17	2.51	2.90	-
70	-	-	-	-	-	1.83	2.12	2.44	-

Nominal performance at to = 5 °C, tc = 50 °C

Cooling capacity	21 032	W
Power input	7 274	W
Current consumption	13.11	A
Mass flow	546	kg/h
C.O.P.	2.89	

Pressure switch settings

Maximum HP switch setting	22.6	bar(g)
Minimum LP switch setting	0.2	bar(g)
LP pump down setting	0.5	bar(g)

Sound power data

Sound power level	0	dB(A)
With acoustic hood	0	dB(A)

to: Evaporating temperature at dew point

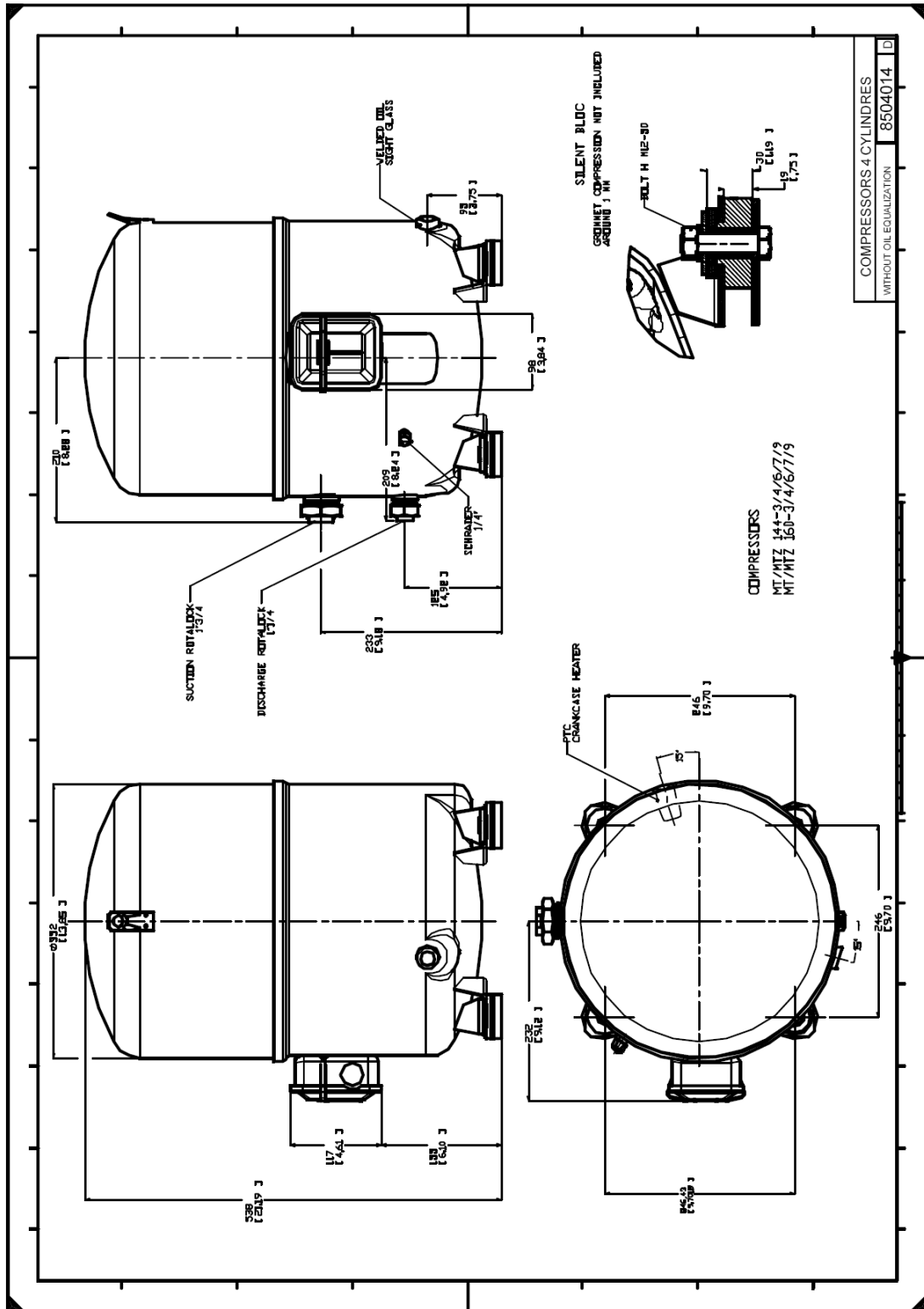
tc: Condensing temperature at dew point

Rating conditions: Superheat = 10 K, Subcooling = 0 K

All performance data +/- 5%

Danfoss can accept no responsibility for possible errors in catalogues, brochures and other printed material. Danfoss reserves the right to alter its products without notice. This also applies to products already on order provided that such alterations can be made without subsequent changes being necessary in specifications already agreed. All trademarks in this material are property of the respective companies. Danfoss, the Danfoss logotype and Maneurop are trademarks of Danfoss A/S. All rights reserved.



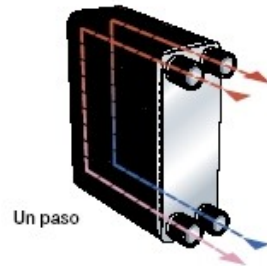


Intercambiador de placas CB27-70H

Cliente : Energy Panel
Modelo : CB27-70H
Project: : RR08012
Item 7 : Cond.-2 – 55,27 KW

Fecha : 04/02/2008

Fluido		R134a	Agua
Caudal másico	kg/h	975.5	5600
Fluid Condensed/Vapourized	kg/h	975.5	0.000
Temperatura entrada	°C	85.0	29.0
Temperatura salida(vapor/liquid)	°C	49.9/43.0	37.5
Operating pressure (Entrada/Salida)	bar	13.2/13.2	
Pérdida de carga (Perm/Calc)	kPa	264/3.29	100/17.3
Velocity Connection (Entrada/Salida)	m/s	6.39/0.311	3.19/3.20
Calor Intercambiado	kW	55.27	
Area Transferencia Calor	m ²	1.7	
C.G.T.C. Limpio	W/(m ² *K)	1941	
C.G.T.C. Servicio	W/(m ² *K)	1936	
Fouling Resistance * 10000	m ² *K/W	0.0	
Exceso superficie adicional	%	0	
Dirección relativa de los fluidos		Contracorriente	
No. de placas		70	
No. de placas efectivas		68	
Número de pasos		1	1
Material de placa / thickness		ALLOY 316 / 0.40 mm	
Material de cierre			
Material conexión		Soldar	Roscar
Diámetro conexión	mm	32	25
Orientación conexiones			
Código de recipientes a presión		PED	
Rating brida			
Presión diseño	barg	21.0	21.0
Presión de prueba	barg	27.3	27.3
Temperatura diseño	°C	85.0	40.0
Largo x ancho x alto exterior	mm	x x	
Peso neto, vacío/operación Flooded	kg	/ 0.00 / 0.00	



Material
El intercambiador de calor de placas soldado (BHE) está formado por finas placas de acero inoxidable onduladas (AISI 316) que se sueldan al vacío con cobre.



8.1.2 Grupo termodinámico GTD-125-4

GRUPO TERMODINÁMICO GTD125-4	
Tipo de intercambio	Gas-agua
Compresor hermético, Danfoss Maneurop (alternativo pistón)	MTZ125-4
Alimentación eléctrica	380 V / 3 ph / 50 Hz
Agente refrigerante	R-134a
Precarga (kg)	indicada en placa características
Capacidad calorífica (kW) (**)	22,0-45,0
Potencia absorbida en funcionamiento nominal (*) (kW)	6,3
COP (coefficient of performance)	3,5-7,0
Dimensiones (mm)	1000x700x650
Peso (kg)	153
Carcasa acero galvanizado con aislamiento acústico	lacado blanco
Potencia sonora (a 1 m de distancia)	50-65 dB
Nº paneles termodinámicos	20
Línea de líquido (tubería cobre frigorífico)	5/8"
Línea de aspiración (tubería cobre frigorífico)	1 1/8"
Válvula de expansión termostática	Danfoss
Filtro deshidratador	Danfoss
Depósito de líquido refrigerante	Si
Separador de aceite	ALCO
Visor de líquido	Si
Presostatos HP/ LP	18 bar máx. / 0,7 bar mín.
Termostatos digitales	Si
Resistencia de cárter	Tipo PTC
Intercambiador de placas soldadas, INOX AISI 316L	CB52-60H
Cuadro eléctrico con indicadores luminosos	Si
Variador de frecuencia	Opcional
Arrancador suave trifásico	Opcional

Tabla 32. Especificaciones técnicas GTD-125-4

(*) Condiciones ARI con R134a: 20 °C temperatura de evaporación; 40 °C temperatura condensación; 8.3K subenfriamiento; 11.1K recalentamiento, 50 Hz, 400 V.

(**) Rango de capacidad calorífica media que variará según las condiciones de condensación / evaporación.

Compresor MTZ125-4



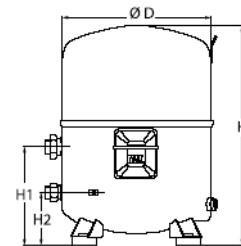
Datasheet, technical data

Maneurop reciprocating compressor, MTZ125-4

General Characteristics

	MTZ125HU4	MTZ125HU4VE
Model number (on compressor nameplate)	MTZ125-4I	MTZ125-4VI
Code number for Singlepack*	MTZ125-4M	MTZ125-4VM
Code number for Industrial pack**	8504013e	8504010f
Drawing number	8504013e	8504010f
Suction and discharge connections	Rotolock	Rotolock
Suction connection	1-3/4" Rotolock	1-3/4" Rotolock
Discharge connection	1-1/4" Rotolock	1-1/4" Rotolock
Suction connection with supplied sleeve	1-1/8" ODF	1-1/8" ODF
Discharge connection with supplied sleeve	3/4" ODF	3/4" ODF
Oil sight glass	Brazed	Threaded
Oil equalisation connection	None	3/8" flare SAE
Oil drain connection	None	None
LP gauge port	Schrader	Schrader
IPR valve	30 bar / 8 bar	30 bar / 8 bar
Cylinders	4	
Swept volume	215.44 cm ³ /rev	
Displacement @ Nominal speed	37.5 m ³ /h @ 2900 rpm - 45.2 m ³ /h @ 3500 rpm	
Net weight	64 kg	
Oil charge	3.9 litre, POE - 160PZ	
Maximum system test pressure Low Side / High side	25 bar(g) / 30 bar(g)	
Maximum differential test pressure	30 bar	
Maximum number of starts per hour	12	
Refrigerant charge limit	10 kg	
Approved refrigerants	R404A - R507A - R134a - R407C	

Dimensions

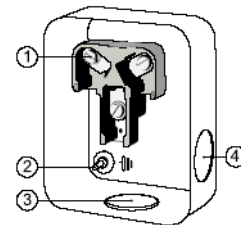


D=352 mm
H=519 mm
H1=233 mm
H2=125 mm

Electrical Characteristics

Nominal voltage	380-400V/3/50Hz - 460V/3/60Hz
Voltage range	340-440 V @ 50Hz - 414-506 V @ 60Hz
Winding resistance (between phases) +/- 7% at 25°C	1.57 Ω
Maximum Continuous Current (MCC)	27 A
Locked Rotor Amps (LRA)	105 A
Motor protection	Internal overload protector

Terminal box



IP54 (with cable gland)

- 1: Screw connectors 10-32 UNF x 9.5
- 2: Earth M4-12, torque 2 Nm (17 in.lb)
- 3: Knock-out Ø 29 mm (1.14")
- 4: Knock-out Ø 25.5 mm (1.00")

Recommended Installation torques

Suction Rotolock nut or valve	110 Nm
Discharge Rotolock nut or valve	90 Nm
Oil sight glass	50 Nm
Power connections / Earth connection	3 Nm / 2 Nm
Mounting bolts	50 Nm

Parts shipped with compressor

Mounting kit with grommets, bolts, nuts, sleeves and washers
Suction & Discharge solder sleeves, rotolock nuts and gaskets (shipped with rotolock version only)
Initial oil charge
Installation instructions

Approvals : CE certified, UL certified (file SA6873), -

*Singlepack: Compressor in cardboard box

**Industrial pack: 6 Unboxed compressors on pallet (order per multiples of 6)



Datasheet, performance data

Maneurop reciprocating compressor. MTZ125-4

Performance data at 50 Hz, EN 12900 rating conditions

R134a

Cond. temp. in °C (tc)	Evaporating temperature in °C (to)							
	-15	-10	-5	0	5	10	15	20

Cooling capacity in W

35	7 529	10 169	13 371	17 206	21 747	27 064	33 229	40 316	-
40	6 672	9 181	12 221	15 864	20 181	25 242	31 121	37 889	-
45	5 868	8 227	11 087	14 519	18 593	23 380	28 953	35 382	-
50	5 122	7 313	9 974	13 176	16 988	21 482	26 729	32 800	-
55	4 438	6 443	8 887	11 840	15 371	19 553	24 455	30 149	-
60	-	5 621	7 829	10 516	13 749	17 599	22 138	27 435	-
65	-	-	-	9 209	12 125	15 626	19 781	24 662	-
70	-	-	-	-	-	13 638	17 391	21 836	-

Power input in W

35	3 494	3 954	4 366	4 712	4 970	5 121	5 145	5 023	-
40	3 582	4 082	4 544	4 950	5 278	5 508	5 622	5 598	-
45	3 627	4 173	4 693	5 164	5 568	5 884	6 094	6 176	-
50	3 627	4 227	4 809	5 353	5 839	6 248	6 559	6 753	-
55	3 580	4 240	4 891	5 514	6 089	6 597	7 016	7 328	-
60	-	4 211	4 937	5 646	6 316	6 929	7 463	7 900	-
65	-	-	-	5 747	6 519	7 242	7 898	8 466	-
70	-	-	-	-	-	7 536	8 319	9 024	-

Current consumption in A

35	7.66	8.13	8.55	8.91	9.20	9.39	9.46	9.41	-
40	7.74	8.25	8.74	9.18	9.55	9.84	10.03	10.10	-
45	7.77	8.35	8.90	9.43	9.90	10.30	10.61	10.81	-
50	7.76	8.41	9.04	9.66	10.23	10.75	11.19	11.54	-
55	7.71	8.43	9.15	9.87	10.55	11.19	11.77	12.27	-
60	-	8.40	9.22	10.04	10.85	11.62	12.35	13.00	-
65	-	-	-	10.18	11.12	12.03	12.91	13.73	-
70	-	-	-	-	-	12.41	13.45	14.44	-

Mass flow in kg/h

35	183	242	311	391	485	592	714	853	-
40	170	229	298	378	471	578	700	838	-
45	158	216	285	364	457	562	683	819	-
50	146	204	271	350	440	545	664	799	-
55	135	191	257	334	423	525	642	775	-
60	-	179	243	317	404	504	619	748	-
65	-	-	-	300	384	481	592	719	-
70	-	-	-	-	-	456	564	687	-

Coefficient of performance (C.O.P.)

35	2.16	2.57	3.06	3.65	4.38	5.28	6.46	8.03	-
40	1.86	2.25	2.69	3.21	3.82	4.58	5.54	6.77	-
45	1.62	1.97	2.36	2.81	3.34	3.97	4.75	5.73	-
50	1.41	1.73	2.07	2.46	2.91	3.44	4.08	4.86	-
55	1.24	1.52	1.82	2.15	2.52	2.96	3.49	4.11	-
60	-	1.33	1.59	1.86	2.18	2.54	2.97	3.47	-
65	-	-	-	1.60	1.86	2.16	2.50	2.91	-
70	-	-	-	-	-	1.81	2.09	2.42	-

Nominal performance at to = 5 °C, tc = 50 °C

Cooling capacity	16 988	W
Power input	5 839	W
Current consumption	10.23	A
Mass flow	440	kg/h
C.O.P.	2.91	

Pressure switch settings

Maximum HP switch setting	22.6	bar(g)
Minimum LP switch setting	0.2	bar(g)
LP pump down setting	0.5	bar(g)

Sound power data

Sound power level	0	dB(A)
With acoustic hood	0	dB(A)

to: Evaporating temperature at dew point

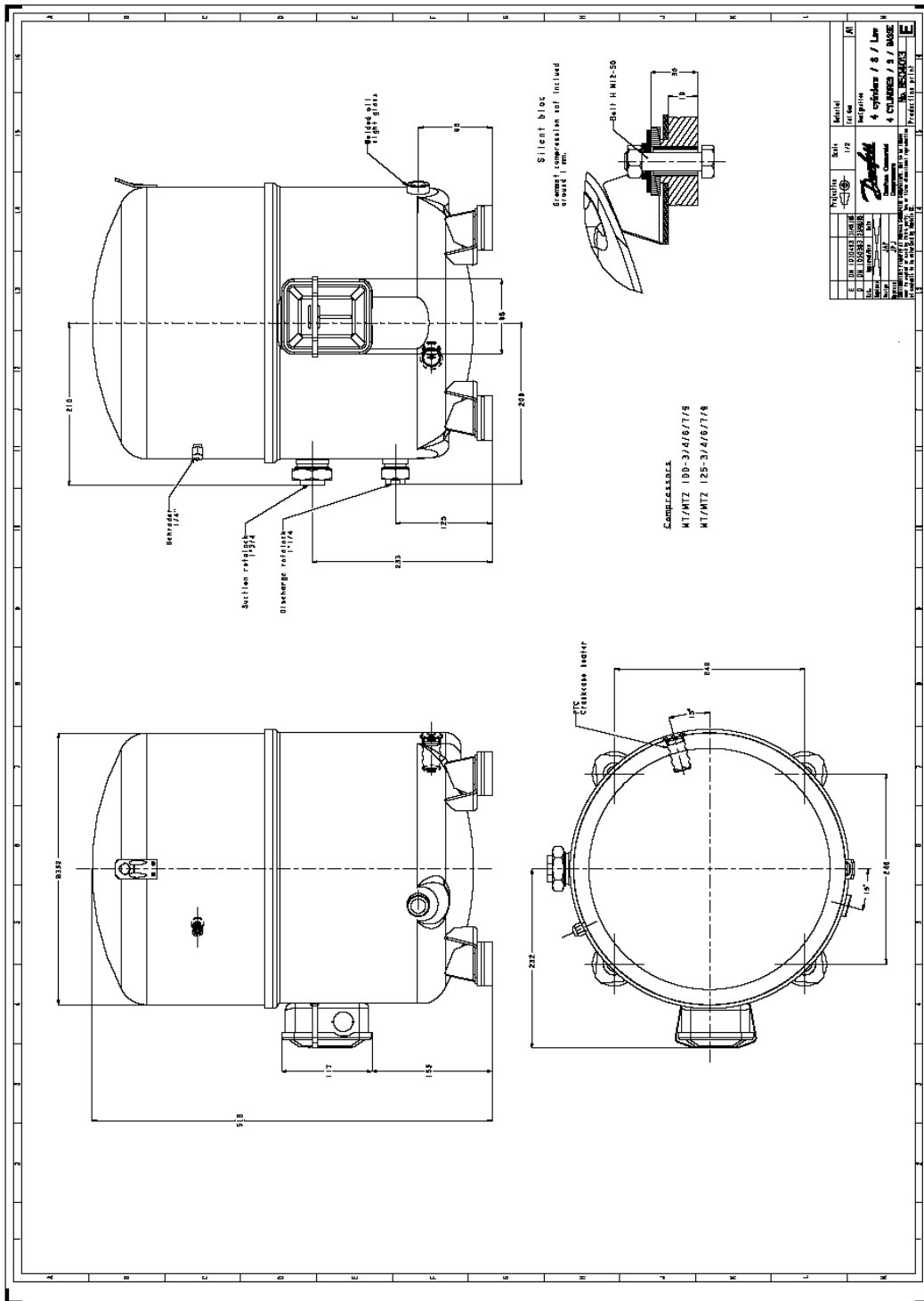
tc: Condensing temperature at dew point

Rating conditions : Superheat = 10 K, Subcooling = 0 K

All performance data +/- 5%

Danfoss can accept no responsibility for possible errors in catalogues, brochures and other printed material. Danfoss reserves the right to alter its products without notice. This also applies to products already on order provided that such alterations can be made without subsequential changes being necessary in specifications already agreed. All trademarks in this material are property of the respective companies. Danfoss, the Danfoss logotype and Maneurop are trademarks of Danfoss A/S. All rights reserved.





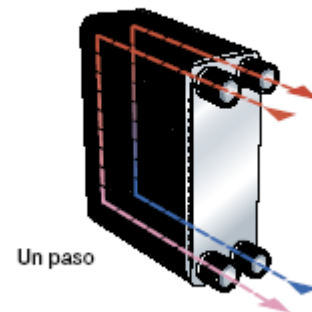
Intercambiador de placas CB52-60H

Intercambiador de Calor de Placas Alfa Laval

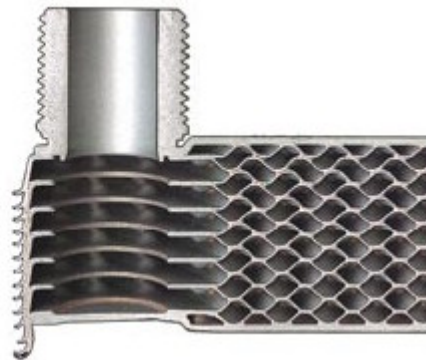
Cliente : Energy Panel
Modelo : CB52-60H
Project: : RR08012
Item 8 : Cond.-3/ 44.17 KW

Fecha : 04/02/2008

Fluido		R134a	Agua
Caudal másico	kg/h	798.9	5600
Fluid Condensed/Vapourized	kg/h	798.9	0.000
Temperatura entrada	°C	85.0	37.5
Temperatura salida(vapor/liquid)	°C	49.8/45.6	44.3
Operating pressure (Entrada/Salida)	bar	13.2/13.1	
Pérdida de carga (Perm/Calc)	kPa	264/6.29	100/34.8
Velocity Connection (Entrada/Salida)	m/s	5.23/0.255	3.20/3.20
Calor Intercambiado	kW	44.17	
Area Transferencia Calor	m ²	3.0	
C.G.T.C. Limpio	W/(m ² *K)	1675	
C.G.T.C. Servicio	W/(m ² *K)	1670	
Fouling Resistance * 10000	m ² *K/W	0.0	
Exceso superficie adicional	%	0	
Dirección relativa de los fluidos		Contracorriente	
No. de placas		60	
No. de placas efectivas		58	
Número de pasos		1	1
Material de placa / thickness		ALLOY 316 / 0.40 mm	
Material de cierre			
Material conexión		Soldar	Roscar
Diámetro conexión	mm	32	25
Orientación conexiones			
Código de recipientes a presión		PED	
Rating brida			
Presión diseño	barg	21.0	21.0
Presión de prueba	barg	27.3	27.3
Temperatura diseño	°C	85.0	45.0
Largo x ancho x alto exterior	mm	x x	
Peso neto, vacío/operación Flooded	kg	/ 0.00 / 0.00	



Material
El intercambiador de calor de placas soldado (BHE) está formado por finas placas de acero inoxidable onduladas (AISI 316) que se sueldan al vacío con cobre.

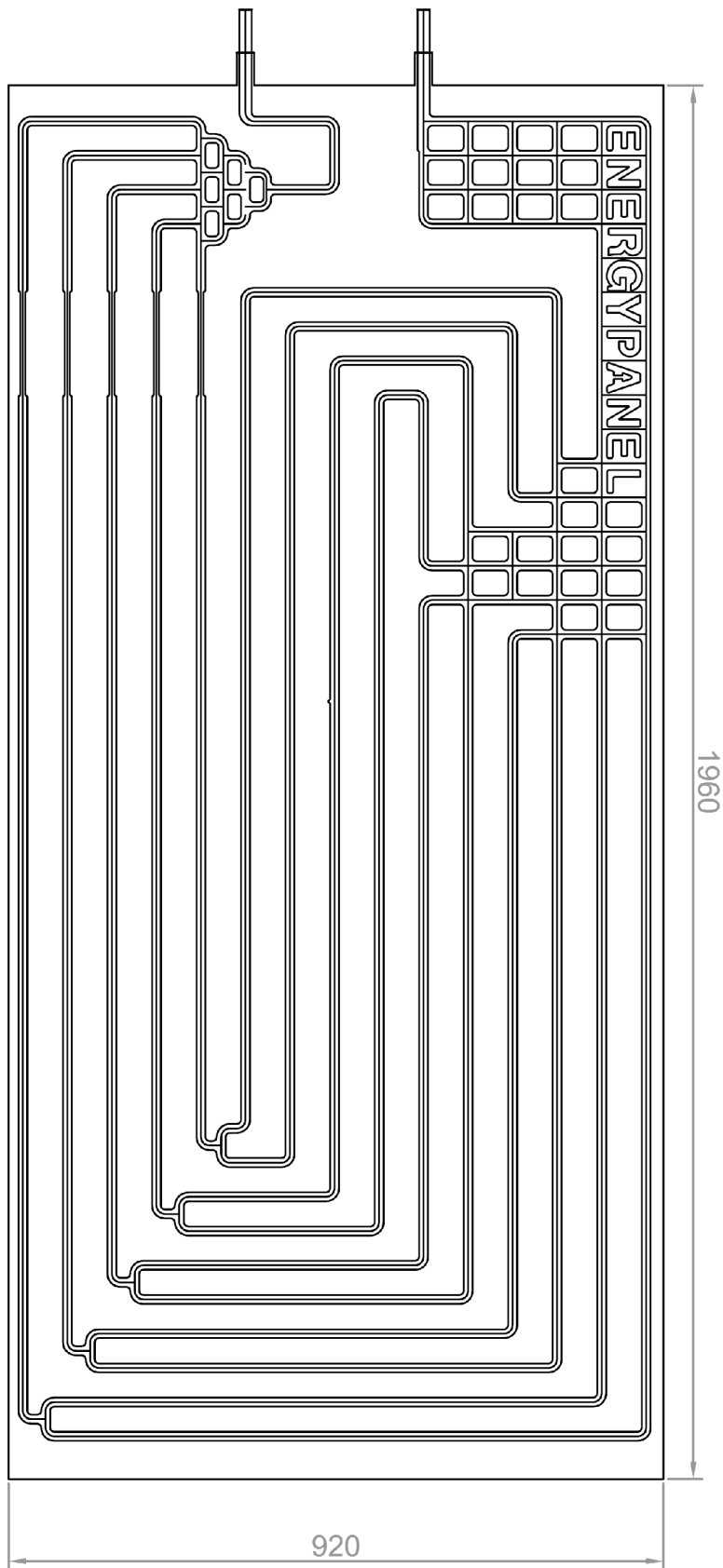


8.1.3 Panel termodinámico.

El panel termodinámico es una placa roll-bond, que consta de dos planchas de aluminio prensado, sobre las que produce un determinado circuito tras un proceso de inflado, sometiéndose al conjunto a un proceso de oxidación anódica.

La tubería de entrada/salida del panel es de aluminio con un terminal de cobre de $\varnothing \frac{1}{4}$ ", siendo la entrada de gas por la parte inferior y la salida, por la superior, según el dibujo.

- Dimensiones: 1912 x 917 x 0.5 mm
- Superficie útil de captación: 3,50 m².
- Peso en vacío: 5.07 kg.
- Diámetro circuito impreso: 5/16".
- Material panel: Aluminio pulido con revestimiento absorbedor negro.



8.2 CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA CON EES.

Los siguientes resultados son derivados del programa *Engineering Equation Solver*, EES, con el que se han realizado todos los cálculos energéticos requeridos.

8.2.1. Cálculo demanda térmica vaso de competición.

8.2.2. Cálculo demanda térmica vaso de enseñanza.

"PÉRDIDAS DE CALOR EN EL VASO PRINCIPAL"

"Pérdidas de calor, las pérdidas totales se expresan en KW"

"1. Por evaporación del agua"

$$P_{ev}=m_{dot}/1000*(r+4,186*(t_{wm}-t_{wa}))$$

"t_{wm} es la temperatura media del agua de la piscina y t_{wa} es la temperatura del agua de renovación, m_{dot} es el caudal evaporado."

"r es la constante del vapor de agua."

"2. Por convección de la lámina de agua hacia el aire del ambiente"

$$P_{cv}=0,003181*V_1^{0,8}*(t_{ws}-t_{bsaa})^*S_w$$
 "t_{ws} es la temperatura superficial del agua de la piscina y t_{BSaa} es la temperatura del bulbo seco del aire ambiente"

"3. Por radiación de la superficie de la lámina de agua hacia los cerramientos del recinto"

$$P_{rd}=\sigma*\epsilon*((t_{ws}+273,15)/100)^4-((t_{rm}+273,15)/100)^4)*S_w$$
 "t_{RM} es la temperatura radiante media de los cerramientos del local"

"4. Por conducción a través de las paredes de la pileta eventualmente en contacto con el aire"

$$P_{cd}=K*(t_{wm}-t_{bsp})/1000*S_{par}$$
 "S_p es la superficie de paredes de pileta en contacto con aire"

"La potencia necesaria para suplir todas estas pérdidas será"

$$P=P_{ev}+P_{cv}+P_{rd}+P_{cd}$$

"Además habrá que tener en cuenta las pérdidas por reposición, debidas a goteos, pérdidas por goteo, filtros,..."

"La superficie mojada alrededor de la pileta se asumirá en función de la superficie de la lámina de agua S_w según la siguiente ecuación"

$$S_s/S_w=2*b*(0,0376+(28,7576+2*b)/S_w-899,5/S_w^2)$$

"Datos"

$$\sigma=0,00567$$
 *"Constante de Stefan-Boltzman, 5,67*10exp-8 W/(m²*K)"*

$$b=1,5$$
 "Anchura de playa"

$$S_w=a*l$$
 "Superficie del vaso grande"

$$S_{par}=2*(a+l)*h+S_w$$
 "Superficie de la pileta, para calcular las pérdidas por conducción"

$$a=16,5$$

$$l=25$$

$$h=1,8$$

$$K=3,3$$
 *"Coeficiente de transmisión de calor 3,3 W/m²*K"*

$$\epsilon=1/(1/\epsilon_w+1/\epsilon_a-1)$$
 "Para el cálculo de la emitancia efectiva que entra en la ecuación de Stefan-Boltzman"

$$\epsilon_w=0,96$$
 "Emisividad desde la lámina de agua"

$$\epsilon_a=0,9$$
 "Emisividad desde el ambiente"

$$HR=65$$
 "La humedad relativa del ambiente se supone al 65%"

$$HR_{agua}=100$$
 "Humedad relativa del agua"

"Suposiciones"

r=347(374,15-t_{ws})^(1/3)-2* *"r es la variación del calor latente de evaporación del agua que varía con la temperatura. Tomamos la t_{ws} puesto que el agua que evapora es la de superficie"*

$$N=20$$

$S_p=1,7*N$ "La superficie del cuerpo de cada persona se asumirá igual a $1,7 m^2$ "

$t_p=35$ "La temperatura media del cuerpo humano"

"Los valores de las distintas temperaturas que entran en juego en las ecuaciones anteriores se harán depender de la temperatura superficial de la lámina de agua t_{ws} "

$t_{ws}=29$ "Valor de funcionamiento actual"

"Relación de diversas temperaturas con la temperatura del agua"

$t_{bs}=t_{ws}-2$ "Temperatura de bulbo seco"

$t_{rm}=23$ "Temperatura radiante media de los cerramientos"

$t_{bsp}=T_{ws}-8$ "Temperatura de bulbo seco del aire alrededor de las paredes de la pileta"

$t_{sr}=t_{ws}-4$ "Temperatura del suelo del recinto"

$t_{wm}=t_{ws}-1$ "Temperatura media del agua de la pileta"

$t_{wa}=17$ "La temperatura de agua de acometida (renovación) media anual"

"Pérdidas de vapor de agua. Según el método de Ashrae"

"Desde la superficie del agua de la piscina"

$m_{dot_w}=\omega_1*(p_w-p_{ro})/r_w*S_w$

"Desde el suelo mojado alrededor de la piscina"

$m_{dot_s}=\omega_1*(p_s-p_{ro})/r_s*S_s$

"Del cuerpo de las personas mojadas"

$m_{dot_p}=\omega_2*(p_{35}-p_{ro})/r_{35}*S_p$

"Las pérdidas totales son iguales a la suma de las pérdidas de la piscina, alrededor de la piscina y las personas mojadas"

$m_{dot}=m_{dot_w}+m_{dot_s}+m_{dot_p}$

"Datos de relación de temperaturas"

$t_{BSaa}=t_{ws}+2$ "Con esto relacionamos la temperatura del aire con la del agua"

$t_w=t_{ws}-1$

$t_{35}=35$ "Suponemos que es la temperatura de las personas"

$\omega_1=(88,75+78,15*V_1)/1000$

$V_1=0,2$ "Velocidad en la lámina de agua y del suelo de la playa mojada"

$\omega_2=(88,75+78,15*V_2)/1000$

$V_2=0,4$ "En las personas"

"Para el cálculo del calor latente por evaporación r , lo hacemos en la siguiente función que es función de la temperatura"

$r_w=347*(374,15-t_w)^{(1/3)}-2$

$r_s=347*(374,15-t_{sr})^{(1/3)}-2$

$r_{35}=347*(374,15-t_{35})^{(1/3)}-2$

"Cálculo de las presiones parciales del vapor de agua a diferentes temperaturas. Esta está expresada en función de la temperatura de bulbo seco (T_{BS}) en K, y la humedad relativa HR, válida desde 0° hasta 200° , tomamos la expresión que nos dan"

"Presión parcial del vapor a la temperatura de la superficie del agua"

$p_w=HR_{agua}/100*\exp(-5800,2206/T_{BSw}+1,3914993-0,04860239*T_{BSw}+4,1764768*10^{(-5)}*T_{BSw}^2-1,4452093*10^{(-8)}*T_{BSw}^3+6,5459673*\ln(T_{BSw}))$

$$t_{BSw}=t_{ws}+273$$

"Presión parcial del vapor a la temperatura del suelo de playa"

$$p_s=HR_{agua}/100 \cdot \exp(-5800,2206/T_{BSs}+1,3914993-0,04860239 \cdot T_{BSs}+4,1764768 \cdot 10^{(-5)} \cdot T_{BSs}^2-1,4452093 \cdot 10^{(-8)} \cdot T_{BSs}^3+6,5459673 \cdot \ln(T_{BSs}))$$

$$t_{BSs}=t_{sr}+273$$

"Presión parcial del vapor a la temperatura media del cuerpo 35°C"

$$p_{35}=HR_{agua}/100 \cdot \exp(-5800,2206/T_{BS35}+1,3914993-0,04860239 \cdot T_{BS35}+4,1764768 \cdot 10^{(-5)} \cdot T_{BS35}^2-1,4452093 \cdot 10^{(-8)} \cdot T_{BS35}^3+6,5459673 \cdot \ln(T_{BS35}))$$

$$t_{BS35}=t_{35}+273$$

"Falta por determinar p_ro, que es la presión parcial del vapor de agua a la temperatura de rocío del aire ambiente. La fijamos en un valor, la temperatura de rocío"

$$p_{ro}=HR/100 \cdot \exp(-5800,2206/t_{BSa}+1,3914993-0,04860239 \cdot t_{BSa}+4,1764768 \cdot 10^{(-5)} \cdot t_{BSa}^2-1,4452093 \cdot 10^{(-8)} \cdot t_{BSa}^3+6,5459673 \cdot \ln(t_{BSa}))$$

$$t_{BSa}=t_{BSaa}+273$$

"Las pérdidas totales son prácticamente proporcionales a la superficie de la lámina y pueden expresarse en función de la temperatura superficial del agua con este polinomio:"

$$P_{comprobación}=(130-3 \cdot t_{ws}+0,2 \cdot t_{ws}^2) \cdot S_w/1000$$

"Ecuaciones para el calculo de las fracciones respecto al total de las pérdidas"

$$F_{ev}=(P_{ev}/P) \cdot 100$$

$$F_{rd}=(P_{rd}/P) \cdot 100$$

"Cálculo de la potencia de puesta a régimen"

$$P_{PR1}=V \cdot \rho \cdot c_e \cdot (T_{final}-T_{wa})/T_1/1000$$

$$P_{PR2}=V \cdot \rho \cdot c_e \cdot (T_{final}-T_{wa})/T_2/1000$$

$$P_{PR3}=V \cdot \rho \cdot c_e \cdot (T_{final}-T_{wa})/T_3/1000$$

$$V=S_w \cdot h \quad \text{"Volumen total de agua del vaso"}$$

$$T_1=24 \quad \text{"Tiempo de puesta a régimen"}$$

$$T_2=48$$

$$T_3=72$$

$$T_{final}=26 \quad \text{"Temperatura final para que la piscina esté puesta a régimen"}$$

$$T_{PR}=V \cdot \rho \cdot c_e \cdot (T_{final}-T_{wa})/1000/P$$

"Pérdidas por renovación"

$$P_{renovación}=V_{renovación} \cdot \rho \cdot c_e \cdot (T_{ws}-T_{wa}) \cdot 1/24/1000$$

$$V_{renovación}=V \cdot 0,05 \quad \text{"Cada día se tiene que renovar el 5% del volumen total de agua"}$$

$$\rho=1000$$

$$c_e=1,16$$

PÉRDIDAS DE CALOR EN EL VASO PRINCIPAL

Pérdidas de calor, las pérdidas totales se expresan en KW

1. Por evaporación del agua

$$P_{ev} = \frac{\dot{m}}{1000} \cdot [r + 4,186 \cdot (t_{wm} - t_{wa})]$$

t_{wm} es la temperatura media del agua de la piscina y t_{wa} es la temperatura del agua de renovación, \dot{m} es el caudal evaporado.

r es la constante del vapor de agua.

2. Por convección de la lámina de agua hacia el aire del ambiente

$$P_{cv} = 0,003181 \cdot V_1^{0,8} \cdot [t_{ws} - t_{bsaa}] \cdot S_w \quad t_{ws} \text{ es la temperatura superficial del agua de la piscina y } t_{BSaa} \text{ es la temperatura del bulbo seco del aire ambiente}$$

3. Por radiación de la superficie de la lámina de agua hacia los cerramientos del recinto

$$P_{rd} = \sigma \cdot \epsilon \cdot \left[\left(\frac{t_{ws} + 273,15}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{rm} + 273,15}{100} \right)^4 \right] \cdot S_w \quad t_{RM} \text{ es la temperatura radiante media de los cerramientos del recinto}$$

4. Por conducción a través de las paredes de la pileta eventualmente en contacto con el aire

$$P_{cd} = K \cdot \left[\frac{t_{wm} - t_{bsp}}{1000} \right] \cdot S_{par} \quad S_p \text{ es la superficie de paredes de pileta en contacto con aire}$$

La potencia necesaria para suplir todas estas pérdidas será

$$P = P_{ev} + P_{cv} + P_{rd} + P_{cd}$$

Además habrá que tener en cuenta las pérdidas por reposición, debidas a goteos, pérdidas por goteo, filtros,...

La superficie mojada alrededor de la pileta se asumirá en función de la superficie de la lámina de agua S_w según la siguiente ecuación

$$\frac{S_s}{S_w} = 2 \cdot b \cdot \left[0,0376 + \frac{28,7576 + 2 \cdot b}{S_w} - \frac{899,5}{S_w^2} \right]$$

Datos

$$\sigma = 0,00567 \quad \text{Constante de Stefan-Boltzman, } 5,67 \cdot 10 \exp^{-8} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$b = 1,5 \quad \text{Anchura de playa}$$

$$S_w = a \cdot l \quad \text{Superficie del vaso grande}$$

$$S_{par} = 2 \cdot [a + l] \cdot h + S_w \quad \text{Superficie de la pileta, para calcular las pérdidas por conducción}$$

$$a = 16,5$$

$$l = 25$$

$$h = 1,8$$

$$K = 3,3 \quad \text{Coeficiente de transmisión de calor } 3,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\epsilon = \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_w} + \frac{1}{\epsilon_a} - 1} \quad \text{Para el cálculo de la emitancia efectiva que entra en la ecuación de Stefan-Boltzman}$$

$$\epsilon_w = 0,96 \quad \text{Emisividad desde la lámina de agua}$$

$$\epsilon_a = 0,9 \quad \text{Emisividad desde el ambiente}$$

$$HR = 65 \quad \text{La humedad relativa del ambiente se supone al 65\%}$$

$$HR_{\text{agua}} = 100 \quad \text{Humedad relativa del agua}$$

Suposiciones

$$r = 347 \cdot [374,15 - t_{ws}]^{1/3} - 2$$

r es la variación del calor latente de evaporación del agua que varía con la temperatura. Tomamos la t_{ws} puesto que el agua que evapora es la de superficie

$$N = 20$$

$$S_p = 1,7 \cdot N$$

La superficie del cuerpo de cada persona se asumirá igual a 1,7 m²

$$t_p = 35$$

La temperatura media del cuerpo humano

Los valores de las distintas temperaturas que entran en juego en las ecuaciones anteriores se harían depender de la temperatura superficial de la lámina de agua t_{ws}

$$t_{ws} = 29$$

Valor de funcionamiento actual

Relación de diversas temperaturas con la temperatura del agua

$$t_{bs} = t_{ws} - 2$$

Temperatura de bulbo seco

$$t_{rm} = 23$$

Temperatura radiante media de los cerramientos

$$t_{bsp} = t_{ws} - 8$$

Temperatura de bulbo seco del aire alrededor de las paredes de la pileta

$$t_{sr} = t_{ws} - 4$$

Temperatura del suelo del recinto

$$t_{wm} = t_{ws} - 1$$

Temperatura media del agua de la pileta

$$t_{wa} = 17$$

La temperatura de agua de acometida (renovación) media anual

Pérdidas de vapor de agua. Según el método de Ashrae

Desde la superficie del agua de la piscina

$$\dot{m}_w = \omega_1 \cdot \left[\frac{p_w - p_{ro}}{r_w} \right] \cdot S_w$$

Desde el suelo mojado alrededor de la piscina

$$\dot{m}_s = \omega_1 \cdot \left[\frac{p_s - p_{ro}}{r_s} \right] \cdot S_s$$

Del cuerpo de las personas mojadas

$$\dot{m}_p = \omega_2 \cdot \left[\frac{p_{35} - p_{ro}}{r_{35}} \right] \cdot S_p$$

Las pérdidas totales son iguales a la suma de las pérdidas de la piscina, alrededor de la piscina y las personas mojadas

$$\dot{m} = \dot{m}_w + \dot{m}_s + \dot{m}_p$$

Datos de relación de temperaturas

$$t_{bsaa} = t_{ws} + 2$$

Con esto relacionamos la temperatura del aire con la del agua

$$t_w = t_{ws} - 1$$

$$t_{35} = 35$$

Suponemos que es la temperatura de las personas

$$\omega_1 = \frac{88,75 + 78,15 \cdot V_1}{1000}$$

$V_1 = 0,2$ *Velocidad en la lámina de agua y del suelo de la playa mojada*

$$\omega_2 = \frac{88,75 + 78,15 \cdot V_2}{1000}$$

$V_2 = 0,4$ *En las personas*

Para el cálculo del calor latente por evaporación r , lo hacemos en la siguiente función que es función de la temperatura

$$r_w = 347 \cdot [374,15 - t_w]^{[1 / 3]} - 2$$

$$r_s = 347 \cdot [374,15 - t_{sr}]^{[1 / 3]} - 2$$

$$r_{35} = 347 \cdot [374,15 - t_{35}]^{[1 / 3]} - 2$$

Cálculo de las presiones parciales del vapor de agua a diferentes temperaturas. Esta está expresada en función de la temperatura de bulbo seco (T_{BS}) en K, y la humedad relativa HR, válida desde 0° hasta 200°, tomamos la expresión que nos dan

Presión parcial del vapor a la temperatura de la superficie del agua

$$p_w = \frac{HR_{\text{agua}}}{100} \cdot \exp \left[\frac{-5800,2206}{T_{BSw}} + 1,3914993 - 0,04860239 \cdot T_{BSw} + 4,1764768 \cdot 10^{-5} \cdot T_{BSw}^2 - 1,4452093 \cdot 10^{-8} \cdot T_{BSw}^3 + 6,5459673 \cdot \ln(T_{BSw}) \right]$$

$$T_{BSw} = t_{ws} + 273$$

Presión parcial del vapor a la temperatura del suelo de playa

$$p_s = \frac{HR_{\text{agua}}}{100} \cdot \exp \left[\frac{-5800,2206}{T_{BSs}} + 1,3914993 - 0,04860239 \cdot T_{BSs} + 4,1764768 \cdot 10^{-5} \cdot T_{BSs}^2 - 1,4452093 \cdot 10^{-8} \cdot T_{BSs}^3 + 6,5459673 \cdot \ln(T_{BSs}) \right]$$

$$T_{BSs} = t_{sr} + 273$$

Presión parcial del vapor a la temperatura media del cuerpo 35°C

$$p_{35} = \frac{HR_{\text{agua}}}{100} \cdot \exp \left[\frac{-5800,2206}{T_{BS35}} + 1,3914993 - 0,04860239 \cdot T_{BS35} + 4,1764768 \cdot 10^{-5} \cdot T_{BS35}^2 - 1,4452093 \cdot 10^{-8} \cdot T_{BS35}^3 + 6,5459673 \cdot \ln(T_{BS35}) \right]$$

$$T_{BS35} = t_{35} + 273$$

Falta por determinar p_{ro} , que es la presión parcial del vapor de agua a la temperatura de rocío del aire ambiente. La fijamos en un valor, la temperatura de rocío

$$p_{ro} = \frac{HR}{100} \cdot \exp \left[\frac{-5800,2206}{t_{BSa}} + 1,3914993 - 0,04860239 \cdot t_{BSa} + 4,1764768 \cdot 10^{-5} \cdot t_{BSa}^2 - 1,4452093 \cdot 10^{-8} \cdot t_{BSa}^3 + 6,5459673 \cdot \ln(t_{BSa}) \right]$$

$$t_{BSa} = t_{bsaa} + 273$$

Las pérdidas totales son prácticamente proporcionales a la superficie de la lámina y pueden expresarse en función de la temperatura superficial del agua con este polinomio:

$$P_{\text{comprobación}} = [130 - 3 \cdot t_{ws} + 0,2 \cdot t_{ws}^2] \cdot \frac{S_w}{1000}$$

Ecuaciones para el calculo de las fracciones respecto al total de las pérdidas

$$F_{ev} = \frac{P_{ev}}{P} \cdot 100$$

$$F_{rd} = \frac{P_{rd}}{P} \cdot 100$$

Cálculo de la potencia de puesta a régimen

$$P_{PR1} = V \cdot \rho \cdot c_e \cdot \left[\frac{T_{\text{final}} - t_{wa}}{T_1 \cdot 1000} \right]$$

$$P_{PR2} = V \cdot \rho \cdot c_e \cdot \left[\frac{T_{\text{final}} - t_{wa}}{T_2 \cdot 1000} \right]$$

$$P_{PR3} = V \cdot \rho \cdot c_e \cdot \left[\frac{T_{\text{final}} - t_{wa}}{T_3 \cdot 1000} \right]$$

$$V = S_w \cdot h \quad \text{Volumen total de agua del vaso}$$

$$T_1 = 24 \quad \text{Tiempo de puesta a régimen}$$

$$T_2 = 48$$

$$T_3 = 72$$

$$T_{\text{final}} = 26 \quad \text{Temperatura final para que la piscina esté puesta a régimen}$$

$$T_{PR} = V \cdot \rho \cdot c_e \cdot \left[\frac{T_{\text{final}} - t_{wa}}{1000 \cdot P} \right]$$

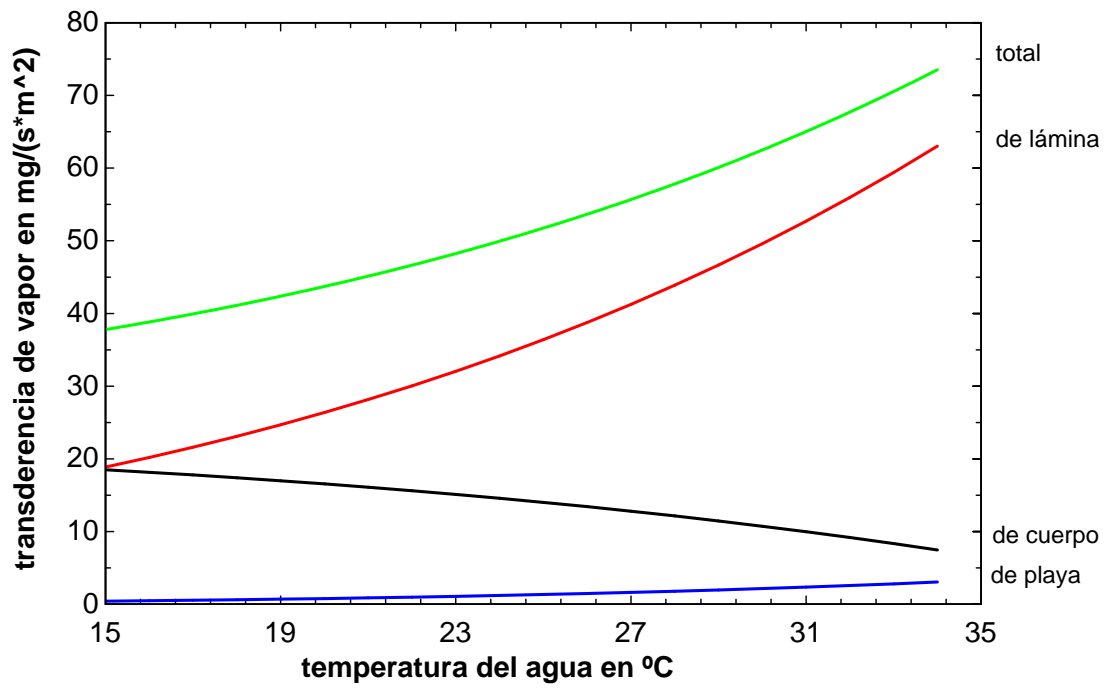
Pérdidas por renovación

$$P_{\text{renovación}} = V_{\text{renovación}} \cdot \rho \cdot c_e \cdot [t_{ws} - t_{wa}] \cdot \frac{1}{24 \cdot 1000}$$

$$V_{\text{renovación}} = V \cdot 0,05 \quad \text{Cada día se tiene que renovar el 5% del volumen total de agua}$$

$$\rho = 1000$$

$$c_e = 1,16$$



"PÉRDIDAS DE CALOR EN EL VASO DE ENSEÑANZA"

"Se utilizan las mismas ecuaciones que para el vaso de enseñanza cambiando los siguientes campos"

$S_{par}=2*(a+l)*h+S_w$ *"Superficie de la pileta, para calcular las pérdidas por conducción"*

$a=6$

$l=12,5$

$h=1,2$

$t_{ws}=30$ *"Valor de funcionamiento actual"*

$S_w=75$ *"Superficie del vaso de enseñanza"*

PÉRDIDAS DE CALOR EN EL VASO DE ENSEÑANZA

Se utilizan las mismas ecuaciones que para el vaso de enseñanza cambiando los siguientes campos

$S_{par} = 2 \cdot [a + l] \cdot h + S_w$ *Superficie de la pileta, para calcular las pérdidas por conducción*

$a = 6$

$l = 12,5$

$h = 1,2$

$t_{ws} = 30$ *Valor de funcionamiento actual*

$S_w = 75$ *Superficie del vaso de enseñanza*