

ANEXO I: BIBLIOGRAFÍA

- [1] B. Choudhury, P.K. Chatterjee, J.P. Sarkar: *“Review paper on solar-powered air-conditioning through adsorption route”*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (2010) 2189–2195.
- [2] D.C. Wang et al.: *“Study of a novel silica gel-water adsorption chiller. Part I. Design and performance prediction”*, International Journal of Refrigeration 28 (2005) 1073-1083.
- [3] A. Akahira et al.: *“Mass recovery adsorption refrigeration cycle – improving cooling capacity”*, International Journal of Refrigeration 27 (2004) 225-234.
- [4] Wai Soong Loh et al.: *“Performance Analysis of Waste Heat Driven Pressurized Adsorption Chiller”*, Journal of Thermal Vol. 5 nº2 (2010).
- [5] International Energy Agency (IEA):
http://www.iea-shc.org/publications/downloads/Report_B1_final.pdf
- [6] David Velázquez Alonso: apuntes *“Tecnología Energética”* de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla (2005).
- [7] Dossat, Roy J.: *“Principios de Refrigeración”*, Ed. CECSA OCLC 50105895 (2001).
- [8] Álvaro Martín de Agar y Ruiz: *“Sistemas de producción de frío por energía solar mediante equipos de absorción”*, Proyecto Final de Carrera de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla.
- [9] Manuel Barranco Cabezudo: *“Análisis de un sistema de refrigeración solar con desecantes”*, Proyecto Final de Carrera de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla.
- [10] Isaac Pilatowsky y Roberto Best: *“Introducción a los métodos de producción de frío”*, Universidad de Guadalajara (México 2002).
- [11] M. Ibáñez Plana: *“Tecnología Solar”*, Mundi-Prensa Libros (2005).
- [12] *“Guía de refrigeración solar”*, Proyecto Climasol de la Unión Europea.
- [13] D.S. Kim, C.A. Infante Ferreira: *“Solar refrigeration options – a state of the art review”*, International Journal of Refrigeration 31 (2008) 3–15.
- [14] *“La refrigeración en el ciclo de adsorción”*, página web:
<http://www.icogen-sa.com/index.php/eficiencia-energetica/-refrigeracion-termica/ciclo-de-adsorcion.html>
- [15] Página web alemana: <http://www.adsorption.de/>

- [16] R.Z. Wang y R.G. Oliveira: *“Adsorption refrigeration, an efficient way to make good use of waste heat and solar energy”*, International Sorption Heat Pump Conference (June 2005).
- [17] Hans-Martin Henning: *“Solar Assisted Air Conditioning of Buildings – An Overview”*, Heat Transfer in Components and Systems for Sustainable Energy Technologies, Grenoble (France, April 2005).
- [18] H.T. Chua et al.: *“Multi-bed regenerative adsorption chiller - improving the utilization of waste heat and reducing the chilled water outlet temperature fluctuation”*, International Journal of Refrigeration 24 (2001) 124–136.
- [19] J.S. Lewis et al.: *“Reviews of Alternative Refrigeration Technologies”*, Centre for Energy and Built Environment Research, Brunel University (July 2007).
- [20] Ignacio Díaz de Bustamante Torres: PFC de la Universidad Pontificia de Comillas <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/4c1dda1f56a29.pdf>
- [21] Referencias de instalaciones del fabricante alemán Sor Tech AG: www.sortech.de
- [22] Fabricante alemán GBU: <http://www.gbunet.de>
- [23] Fabricante alemán Inversor: <http://www.inversor.com>
- [24] X.Q. Zhai, R.Z. Wang: *“A review for absorption and adsorption solar cooling systems in China”*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (2009) 1523 –1531.
- [25] Proyectos europeos de refrigeración solar SOLAIR <http://www.solair-project.eu/178.0.html#c603>
- [26] E.J. Bakker y R. de Boer: *“Development of a new 2.5 kW adsorption chiller for heat driven”*, Energy research Centre of the Netherlands (ECN).
- [27] Florentine Visser: *“Sustainable house in Aqaba (Jordan)”*: http://www.archi-mag.com/eng/aqaba_eng.php
- [28] The manufacturer of ECO-MAX adsorption chillers: <http://www.eco-maxchillers.com/>
- [29] Hans-Martin Henning: *“Adsorption Closed Cycles and Machines”*, Workshop “Solar Air Conditioning” ASHRAE Trade Show, June 2010.
- [30] Uli Jacob (October 2008): <http://www.solarnext.eu>
- [31] W. Sparber: *“Overview on world wide installed solar cooling systems”*, 2nd International Conference Solar Air Conditioning in Tarragona (Spain), October 2007.

- [32] Theocharis Tsoutsos et al.: *"Solar cooling technologies in Greece. An economic viability anylisis"*, Applied Thermal Engineering 23 (2003) 1427–1439.
- [33] Tomás Nuñez et al.: *"Development of an adsorption chiller and heat pump for domestic heating and air-conditioning applications"*, Applied Thermal Engineering 27 (2007) 2205–2212.
- [34] X.Q. Zhai y R.Z. Wang: *"A review for absorption and adsorption solar cooling systems in China"*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (2009) 1523-1531.
- [35] Z.Z. Xia et al.: *"Development and comparison of two-bed silica gel-water adsorption chillers driven by low-grade heat source"*, International Journal of Thermal Sciences 48 (2009) 1017-1025.
- [36] Xiaolin Wang et al.: *"Experimental investigation of silica gel-water adsorption chillers with and without a passive heat recovery scheme"*, International Journal of Refrigeration 28 (2005) 756-765.

ANEXO II: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS MÁQUINAS DE ADSORCIÓN



Modelo			ADCM1-060					
Tipo			Estimated Estimated					
CAPACIDAD	USRT	kWf	Economy	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
			63	53	44	33	15	2
			220	185	156	115	52	6
COP			0,59	0,70	0,67	0,62	0,45	0,20
Agua Fria	IN	°C	12,0	11,2	10,5	9,6	8,2	7,1
	OUT	°C	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	Caudal	m3/h	38	38	38	38	38	38
	Δ presión	mca	7	7	7	7	7	7
Agua torre refrigeración	IN	°C	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4
	OUT	°C	35,5	34,0	33,4	32,5	31,1	29,8
	Caudal	m3/h	84	84	84	84	84	84
	Potencia	kWt	594	450	387	300	167	39
	Δ presión	mca	10	10	10	10	10	10
Agua Caliente	IN	°C	90,0	90,0	80,0	70,0	60,0	50,0
	OUT	°C	83,1	85,1	75,7	66,6	57,9	49,4
	Caudal	m3/h	46	46	46	46	46	46
	Potencia	KW	373	266	231	185	115	32
	Δ presión	mca	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Electricidad	Tensión	V	200	200	200	200	200	200
	Frecuencia	Hz	60	60	60	60	60	60
	Potencia	kWe	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Aire comprimido	Presión	barg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	Caudal	L/min	9,60	9,60	9,60	9,60	9,60	9,60

Tabla 9. Especificaciones técnicas del modelo ADCM 060

Análisis de los sistemas de refrigeración solar por adsorción

Modelo			ADCM1-090					
Tipo			Estimated Estimated					
			Economy	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
CAPACIDAD	USRT	kWf	90	75	63	47	21	3
			315	264	223	164	74	9
COP			0,59	0,70	0,67	0,62	0,45	0,20
Agua Fria	IN	°C	12,0	11,2	10,5	9,6	8,2	7,1
	OUT	°C	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	Caudal	m3/h	54	54	54	54	54	54
	Δ presión	mca	7	7	7	7	7	7
Agua torre refrigeración	IN	°C	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4
	OUT	°C	35,5	34,0	33,4	32,5	31,1	29,8
	Caudal	m3/h	120	120	120	120	120	120
	Potencia	kWt	848	643	553	429	238	55
	Δ presión	mca	10	10	10	10	10	10
Agua Caliente	IN	°C	90,0	90,0	80,0	70,0	60,0	50,0
	OUT	°C	83,1	85,1	75,7	66,6	57,9	49,4
	Caudal	m3/h	66	66	66	66	66	66
	Potencia	KW	533	379	330	264	164	46
	Δ presión	mca	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Electricidad	Tensión	V	200	200	200	200	200	200
	Frecuencia	Hz	60	60	60	60	60	60
	Potencia	kWe	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Aire comprimido	Presión	barg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	Caudal	L/min	9,60	9,60	9,60	9,60	9,60	9,60

Tabla 10. Especificaciones técnicas del modelo ADCM 090

Modelo			ADCM1-145					
Tipo			Estimated Estimated					
			Economy	Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
CAPACIDAD	USRT	kWf	143	120	101	75	34	4
			504	422	357	263	118	15
COP			0,59	0,70	0,67	0,62	0,45	0,20
Agua Fria	IN	°C	12,0	11,2	10,5	9,6	8,2	7,1
	OUT	°C	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	Caudal	m3/h	87	87	87	87	87	87
	Δ presión	mca	7	7	7	7	7	7
Agua torre refrigeración	IN	°C	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4
	OUT	°C	35,5	34,0	33,4	32,5	31,1	29,8
	Caudal	m3/h	192	192	192	192	192	192
	Potencia	kWt	1.357	1.030	885	686	381	89
	Δ presión	mca	10	10	10	10	10	10
Agua Caliente	IN	°C	90,0	90,0	80,0	70,0	60,0	50,0
	OUT	°C	83,1	85,1	75,7	66,6	57,9	49,4
	Caudal	m3/h	106	106	106	106	106	106
	Potencia	KW	853	607	529	423	263	74
	Δ presión	mca	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Electricidad	Tensión	V	200	200	200	200	200	200
	Frecuencia	Hz	60	60	60	60	60	60
	Potencia	kWe	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Aire comprimido	Presión	barg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	Caudal	L/min	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60

Tabla 11. Especificaciones técnicas del modelo ADCM 145

Modelo			ADCM1-180					
Tipo			Estimado Estimado					
			Económico	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar
CAPACIDAD	USRT kWf		179	150	127	93	42	5
			630	528	446	329	148	18
COP			0,59	0,70	0,67	0,62	0,45	0,20
Agua Fría	IN	°C	12,0	11,2	10,5	9,6	8,2	7,1
	OUT	°C	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	Caudal	m3/h	108	108	108	108	108	108
	Δ presión	mca	7	7	7	7	7	7
Agua torre refrigeración	IN	°C	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4
	OUT	°C	35,5	34,0	33,4	32,5	31,1	29,8
	Caudal	m3/h	240	240	240	240	240	240
	Potencia	kWt	1.696	1.287	1.107	857	476	111
	Δ presión	mca	10	10	10	10	10	10
Agua Caliente	IN	°C	90,0	90,0	80,0	70,0	60,0	50,0
	OUT	°C	83,1	85,1	75,7	66,6	57,9	49,4
	Caudal	m3/h	132	132	132	132	132	132
	Potencia	KW	1067	759	661	528	328	92
	Δ presión	mca	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Electricidad	Tensión	V	200	200	200	200	200	200
	Frecuencia	Hz	60	60	60	60	60	60
	Potencia	kWe	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Aire comprimido	Presión	barg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	Caudal	L/min	9,60	9,60	9,60	9,60	9,60	9,60

Tabla 12. Especificaciones técnicas del modelo ADCM 180

Potencia eléctrica instalada				
	ADCM1-060	ADCM1-090	ADCM1-145	ADCM1-180
Chiller	0.4 kw	0.4 kw	0.4 kw	0.4 kw
Bomba agua caliente	3.7 kw	5.5 kw	7.5 kw	11.0 kw
Bomba agua torre	3.7 kw	5.5 kw	11.0 kw	15.0 kw
Ventiladores torre	5.5 kw	5.5 kw	11.0 kw	11.0 kw
Total	13.3 kw	16.9kw	29.9 w	37.4 kw

Tabla 13. Potencia de los distintos modelos



MEDIDAS DE LA ENFRIADORA

Longitud	aprox. 1.300 mm
Altura	aprox. 1.650 mm
Anchura	aprox. 650 mm
Peso	aprox. 370 kg

UBICACIÓN DE LAS CONEXIONES

desde el suelo	aprox. 1.580 mm
----------------	-----------------

DIÁMETROS NOMINALES (ROSCA DE EMPALME)

Accionamiento (2x)	G 1"
Frío (2x)	G 1 1/4"
Enfriamiento (2x)	G 1 1/2"

MODELO LTC 09

DATOS TÉCNICOS GENERALES		INVENSOR LTC 09		
Gama de potencia de enfriamiento	kW	3-11		
COP máximo		0,69		
Sobrepresión máxima	HPa (bar)	4.000 (4)		
Conexión eléctrica	V~, Hz	230, 50		
Potencia eléctrica absorbida aprox.	W	20		

DATOS EN CONDICIONES NOMINALES		CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN	CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO	CIRCUITO DE ACCIONAMIENTO
COP en condiciones nominales		0,61		
Valores de potencia	kW	9	23,8	14,8
Temperaturas en la entrada de la instalación de enfriamiento (IN)	°C	18	27	72
Temperaturas en la entrada de la instalación de enfriamiento (OUT)	°C	14,5	31,5	66
Posibilidades de aplicación de las temperaturas	°C	10-25	20-37	45-100
Caudales	l/h	2.300	4.500	2.200
Pérdidas de presión	mbar	170	500	230

Tabla 14. Especificaciones técnicas del modelo LTC 09

MODELO HTC 11

DATOS DATOS EN CONDICIONES NOMINALES		CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN	CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO	CIRCUITO DE ACCIONAMIENTO
COP	-		0,53	
Potencia	kW	11	31,8	20,8
Temperaturas en la entrada de la instalación de enfriamiento (IN)	°C	18	27	85
Temperatura en la entrada de la instalación de enfriamiento (OUT)	°C	14,5	33	77
Caudales	l/h	2.900	4.500	2.200
Pérdida de presión	mbar	240	500	230
Sobrepresión máx.	bar		4	
Conexión eléctrica			230V~, 50Hz	
Potencia absorbida media	Vatios		20	

Todos los datos son válidos para el funcionamiento con agua en los circuitos.

Tabla 15. Especificaciones técnicas del modelo HTC 11 con idénticas dimensiones que LTC 09



TYPE	HOT WATER	COOLING WATER	CHILLED WATER
NAK 020/70	18 (9 - 27)	42 (21 - 63)	12 (6 - 18)
NAK 050/170	45 (22,5 - 67)	105 (52,5 - 157)	30 (15 - 45)
NAK 100/350	90 (45 - 135)	210 (105 - 315)	60 (30 - 90)
NAK 300/1050	270 (135 - 405)	630 (315 - 945)	181 (90 - 271)

TECHNICAL SPECIFICATION (Standard-Configuration)						
ADSORPTION CHILLER TYP NAK						
		20/70	50/170	100/350	300/1050	
HOT WATER CIRCLE	INLET TEMPERATURE	85	85	85	85	°C
	OUTLET TEMPERATURE	79,4	79,4	79,4	79,4	°C
	DIFFERENTIAL TEMPERATURE	5,6	5,6	5,6	5,6	°C
	VOLUMETRIC FLOW	18	45	90	270	m ³ /h
	PRESSURE DROP	4,5	5,6	3,0	5,0	mH ₂ O
HOT WATER HEATING CAPACITY Q _{zu}		118	295	589	1768	KW
C.O.P. (HEATING EFFICIENCY Q _o : Q _{zu})		0,6	0,6	0,6	0,6	
CHILLING CAPACITY Q _o		71	177	354	1061	KW
CHILLED WATER CIRCLE	INLET TEMPERATURE	14	14	14	14	°C
	OUTLET TEMPERATURE	9	9	9	9	°C
	DIFFERENTIAL TEMPERATURE	5	5	5	5	°C
	VOLUMETRIC FLOW	12	30	60	181	m ³ /h
	PRESSURE DROP	5,5	11,4	7,7	8,0	mH ₂ O
REQUIRED CHILLING CAPACITY		189	472	943	2829	KW
COOLING WATER CIRCLE	INLET TEMPERATURE	31	31	31	31	°C
	OUTLET TEMPERATURE	34,8	34,8	34,8	34,8	°C
	DIFFERENTIAL TEMPERATURE	3,8	3,8	3,8	3,8	°C
	VOLUMETRIC FLOW	42	106	212	637	m ³ /h
	PRESSURE DROP (Heat Exchanger)	8,0	8,6	4,5	6,0	mH ₂ O
	PRESSURE DROP (Condenser)	6,0	7,5	5,9	5,5	mH ₂ O
SUPPLY CONNECTION DATA	COMPRESSED AIR CONNECTION	500	500	500	500	kPa
	COMPRESSED AIR CONSUMPTION	64	117	232	432	l/h
	ELECTRICAL CONNECTION (220 V/ 50)	0,4	0,4	0,4	0,4	kVA
	REFRIGERANT PUMP	0,4	0,4	0,4	0,7	KW
MESSURMENTS AND WEIGHTS	LENGTH	3.700	4.000	5.300	6.900	mm
	WIDTH	1.600	1.900	2.120	3.040	mm
	HEIGHT	2.400	3.000	3.270	5.200	mm
	RUNNING WEIGHT	5.000	8.000	14.000	39.000	kg
	TRANSPORTATION WEIGHT	4.000	6.500	12.500	35.500	kg

Tabla 16. Datos técnicos de las enfriadoras de adsorción NAK

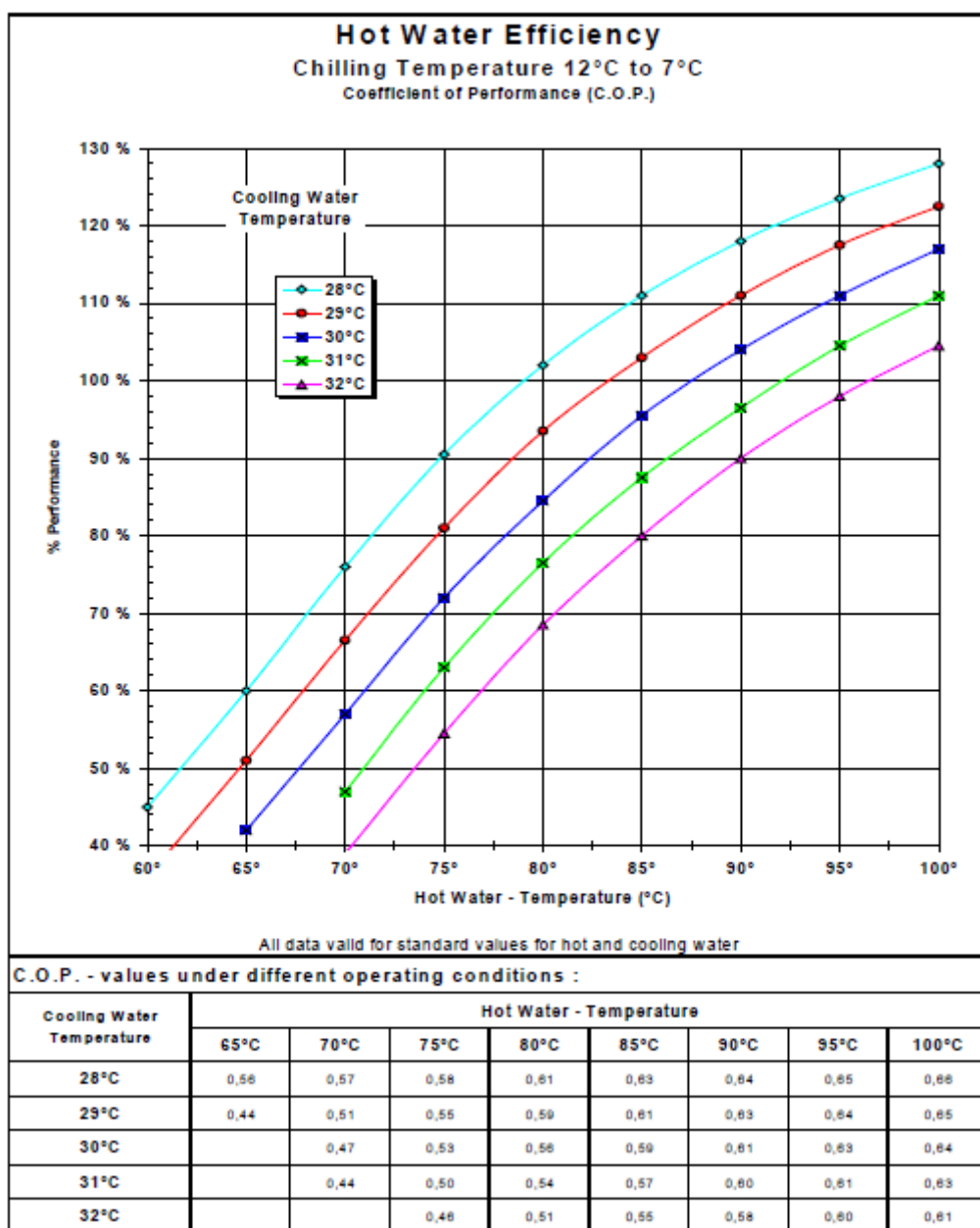


Tabla 17. COP según la T^a enfriamiento

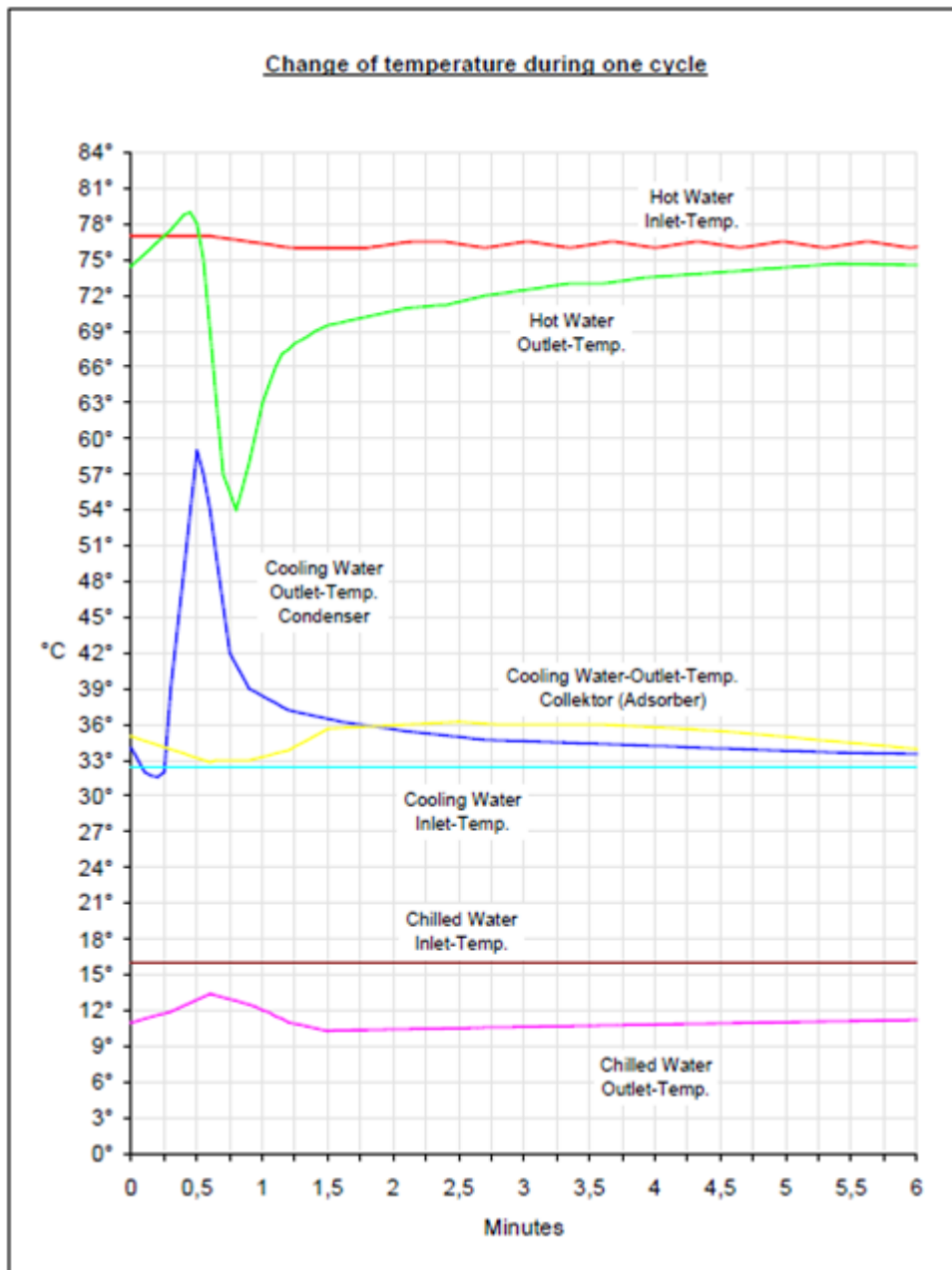


Tabla 18. Evolución de T^a durante un ciclo de trabajo



SorTech AG



SC 08

Las enfriadoras compactas de adsorción están disponibles en dos tamaños: SC 08 con 8 kW y SC 15 y con 15 kW de capacidad de enfriamiento. Las aplicaciones principales son enfriamiento y climatización de viviendas privadas, pequeños edificios comerciales y procesos industriales. La máquina utiliza como fuente de energía paneles solares, calor residual, calefacción de distrito o cogeneración en lugar de la electricidad. Combinando varias unidades puede conseguirse mayor capacidad de enfriamiento.

Con temperaturas de alimentación de 55°C ya es posible generar frío. El uso de gel de silicio y agua como medio frigorífico, son la garantía de utilización de materiales especialmente respetuosos con el medio ambiente.

Las enfriadoras SC se ofrecen en combinación con los disipadores especiales RCS. Este subsistema ofrece un alto coeficiente de rendimiento. La SC es también compatible con otras soluciones de disipación (torre de refrigeración húmeda, sonda geotérmica, piscina, etc).

En el modo de bomba de calor la SC puede ser utilizada como soporte a calefacción, aumentando el grado de la eficacia de la caldera tradicional hasta un 50%. La temperatura exterior, (en conjunto con el RCS), calor solar o energía geotérmica pueden utilizarse como fuentes de energía de baja temperatura. La energía de alimentación, como en el modo de enfriamiento, es el agua caliente.

SC en modo "bomba de calor"

Rendimiento calefacción: 10 - 25 kW (SC 08)
20 - 50 kW (SC 15)

COP_{térmico}: 1,3 -1,5

Solicite más detalles.

Tipo	SC 08	SC 15
Capacidad máxima de enfriamiento	11 kW	23 kW
COP _{térmico} max.	0,65	0,65
Capacidad de enfriamiento nominal	8 kW	15 kW
COP _{térmico} nominal	0,60	0,60
Consumo eléctrico Ø	7 W	14 W
Rango de utilización		
Temperatura del circuito de frío	6-20 °C	6-20 °C
Temperatura del circuito de disipación	22-37 °C	22-37 °C
Temperatura del circuito caliente	55-95 °C	55-95 °C
Capacidad de enfriamiento	5-11 kW	10-23 kW

		SC 08	SC 15
Capacidad de enfriamiento, nominal	kW	8	15
COP _{térmico} nominal		0,60	0,60
Circuito de frío	Temperatura entrada/salida	°C	18/15
	Caudal	m³/h	2,0
	Pérdida de carga	mbar	300
	Presión de servicio	bar	4
	Conexión rosca exterior	1"	5/4"
Circuito de disipación	Temperatura entrada/salida	°C	27/32
	Caudal	m³/h	3,7
	Pérdida de carga	mbar	350
	Presión de servicio	bar	4
	Conexión rosca exterior	1"	5/4"
Circuito caliente	Temperatura entrada/salida	°C	72/65
	Caudal	m³/h	1,6
	Pérdida de carga	mbar	230
	Presión de servicio	bar	4
	Conexión rosca exterior	3/4"	5/4"
Suministro eléctrico	Voltaje	V	220 ... 240 ~
	Frecuencia	Hz	50 ... 60
	Consumo eléctrico Ø	W	7 14
Dimensiones	Anchura	mm	790 790
	Profundidad	mm	1060 1340
	Altura	mm	940 1390
	Peso en vacío	kg	265 530
	Peso en orden de marcha	kg	295 590

Tabla 19. Especificaciones técnicas de los modelos ACS 08 y ACS 15