



Índice

Introducción.....	3
Elementos de PSYCROFAST.....	4
Empezando a trabajar con PSYCROFAST.....	5
Manejo de la tabla termodinámica en PSYCROFAST.....	6
Calentamiento simple en PSYCROFAST.....	11
• Definición.....	11
• Ejemplo de calentamiento simple en PSYCROFAST.....	11
Enfriamiento simple en PSYCROFAST.....	16
• Definición.....	16
• Ejemplo de enfriamiento simple en PSYCROFAST.....	16
Calentamiento con humidificación en PSYCROFAST.....	21
• Definición.....	21
• Ejemplo de calentamiento con humidificación en PSYCROFAST.....	21
Enfriamiento con des humidificación en PSYCROFAST.....	26
• Definición.....	26
• Ejemplo de enfriamiento con deshumidificación en PSYCROFAST.....	
Torres de enfriamiento en PSYCROFAST.....	32
• Definición.....	32
• Ejemplo de torres de enfriamiento en PSYCROFAST.....	32

Introducción

¿Qué es y para qué sirve PSYCROFAST 2013?

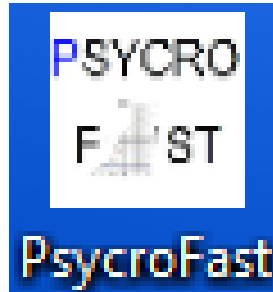
PSYCROFAST 2013 es una aplicación que permite realizar ejercicios de mezclas de gas-vapor y acondicionamiento de aire.

En ingeniería se estudian varias mezclas de gas-vapor. En este programa se aborda la mezcla aire-vapor de agua, que es la mezcla de gas-vapor más común en la práctica, también se aborda el acondicionamiento de aire, que es la principal área de trabajo de las mezclas de aire-vapor.

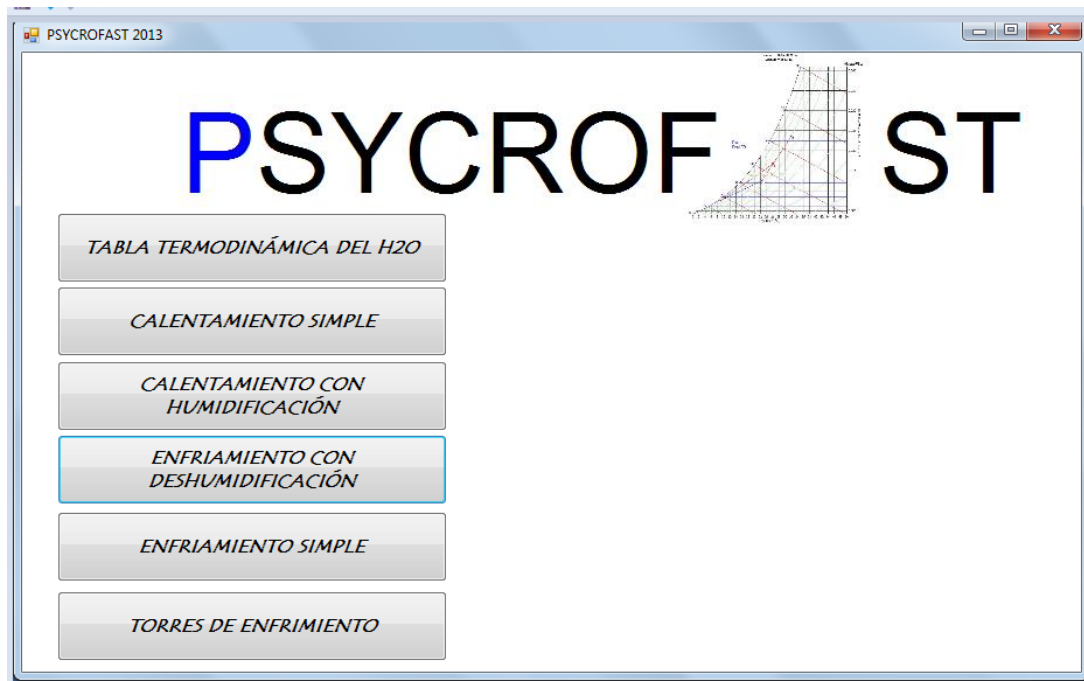
Con PSYCROFAST 2013 puedes realizar los diferentes ejercicios en pocos segundos, imagina que estás haciendo un ejercicio de acondicionamiento de aire a mano puedes tardarte varios minutos o horas y tener el riesgo de cometer un error, tendrías que volver a calcularlo todo. Si lo haces con PSYCROFAST 2013 sólo tienes que ingresar los datos y él hace el resto; PSYCROFAST también es capaz de representar los datos introducidos en la carta psicrométrica.

Elementos de PSYCROFAST

Debemos primero iniciar PSYCROFAST dando doble clic al icono de PSYCROFAST del escritorio.



Al iniciar PSYCROFAST aparece una pantalla inicial como ésta, a continuación vamos a ver sus componentes fundamentales.



Empezando a trabajar con PSYCROFAST

Conceptos básicos de PSYCROFAST

PSYCROFAST 2013 es una aplicación que permite realizar ejercicios de mezclas de gas-vapor, la mezcla más común en la práctica es la mezcla de aire-vapor de agua; el aire atmosférico es una mezcla de nitrógeno, oxígeno y cierta cantidad de vapor de agua (humedad); en contraste el aire que no tiene vapor de agua se denomina aire seco. La presión a que se encuentra el aire atmosférico es la suma de la presión parcial de aire seco (P_a) , y la de vapor de agua (P_v):

$$P = P_a + P_v$$

La cantidad de vapor de agua en el aire se denomina **humedad específica**:

$$\omega = \frac{m_v}{m_a}$$

Otro término muy importante es el **de humedad relativa** (Φ) , que es la cantidad de vapor de agua en la atmósfera, expresada en porcentaje de la cantidad máxima que podría haber a una temperatura dada. (La cantidad de vapor de agua que de hecho puede mantenerse en un espacio, aumenta con la temperatura). Una lectura de 100% de humedad relativa significa que el aire está totalmente saturado de vapor de agua, dando la posibilidad de lluvia.

$$\Phi = \frac{P_v}{P_g}$$

Donde P_v = la presión del vapor contenida en el aire.

P_g = la presión de saturación del agua a la temperatura en se encuentre el aire atmosférico.

La temperatura ordinaria del aire atmosférico se conoce como la **temperatura de bulbo seco** para diferenciarla de otras formas de temperatura, como por ejemplo, la temperatura de punto de rocío T_{pr} , que la temperatura a la que inicia la condensación si el aire se enfría a presión constante.

El estado del aire atmosférico a una presión especificada se establece por completo mediante dos propiedades intensivas independientes. El resto las podemos sacar de unas gráficas, dichas gráficas reciben el nombre **de cartas psicrométricas**.

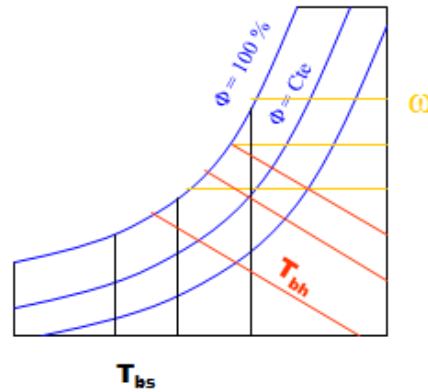


Figura 1. Ejemplo de una carta psicrométrica.

Manejo de la tabla termodinámica en PSYCROFAST

La tabla para agua líquida en PSYCROFAST posee tres botones principales:

ESTADO SATURADO

El botón de **ESTADO SATURADO** permite encontrar el estado saturado ya sea colocando la temperatura o presión y haciendo clic en este mismo. El ejemplo 1 y 2 ilustran lo anterior.

Ejemplo 1. Estado saturado del agua para la temperatura de 40 °C.

85 57.83 0.001033 2.82696 2

40

T °C entrada P entrada (KPa) Volumen de

NUMERO DE ESTADOS INTRODUCIDOS 0

ESTADO SATURADO

INTERPOLACIÓN - MEZCLA

NUEVO CÁLCULO

Calidad 0

Temperatura de Salida Presión de salida

Damos un clic y PSYCROFAST devuelve las propiedades de presión, volumen específico, energía interna, entalpía y entropía para líquido saturado, vapor saturado y la resta de cada una de las propiedades anteriores, es decir, los valores "fg".

De la siguiente manera PSYCROFAST presentara los datos resultantes:

40					
T °C entrada	P entrada (KPa)	Volumen de entrada	Energía de entrada	Entalpía de entrada	Entropía de entrada
NUMERO DE ESTADOS INTRODUCIDOS 0					
ESTADO SATURADO		Vf 0.001008	Uf 167.56	Hf 0.001008	Sf 0.5725
INTERPOLACIÓN - MEZCLA		Vfg 19.518992	Ufg 2262.54	Hfg 2406.73	Sfg 7.6845
NUEVO CÁLCULO		Vg 19.52	Ug 2430.1	Hg 2574.3	Sg 8.2570

Las unidades manejadas son las del sistema internacional.

Ejemplo 2. Estado saturado del agua para la temperatura de 47,39 kPa.

Colocamos el valor de la presión en su caja de texto, la temperatura anterior y la presión actual deben estar en la tabla que nos muestra PSYCROFAST, sino es momento de utilizar el segundo botón **INTERPOLACIÓN-MEZCLA**.

80	47.39	0.001029	3.40597	3.407	334.86	2147.34	2482.2	334.91	2300.39	2635.3	1.0753	6.5369	7.6122
85	57.83	0.001033	2.82696	2.828	355.84	2132.56	2488.4	355.90	2296.00	2651.9	1.1343	6.4102	7.5445
	47.39												
T °C entrada	P entrada (KPa)	Volumen de entrada	Energía de entrada		Entalpía de entrada	Entropía de entrada							
NUMERO DE ESTADOS INTRODUCIDOS 0													
ESTADO SATURADO		Vf 0.001029	Uf 334.86	Hf 334.91	Sf 1.0753								
INTERPOLACIÓN - MEZCLA		Vfg 3.405971	Ufg 2147.34	Hfg 2300.39	Sfg 6.5369								
NUEVO CÁLCULO		Vg 3.407	Ug 2482.2	Hg 2635.3	Sg 7.6122								

El botón **INTERPOLACIÓN-MEZCLA**, maneja todos los valores que no se encuentren tabulados

INTERPOLACIÓN - MEZCLA

Este botón está en la capacidad de interpolar en las siguientes condiciones:

Para hallar la calidad a la temperatura o presión dada y una segunda propiedad termodinámica.

- Podemos introducir las combinaciones:

- Temperatura listada y volumen específico entre vf y vg.
- Temperatura listada y energía interna especifica entre uf y ug.
- Temperatura listada y entalpía especifica entre hf y hg.
- Temperatura listada y entropía especifica entre sf y sg.
- Presión listada y volumen específico vf y vg.
- Presión listada y energía interna especifica uf y ug.

- Presión listada y entalpia especifica hf y hg.
- Presión listada y entropía especifica sf y sg.

Ejemplo 3. La temperatura es de 50 °C y la energía es de 2000 kJ/kg, por lo tanto esta en mezcla. Psycrofast devolverá el estado de las propiedades líquido saturado, vapor saturado, la resta entre estas que son los valores “fg” y por último las propiedades en el estado de mezcla con la respectiva calidad.

50	12.349	0.001012	12.0289	12.03	209.32	2234.18	2443.5	209.33	2382.77	2592.1	0.7038	7.3725	8.0763
55	15.758	0.001015	9.56698	9.568	230.21	2219.89	2450.1	230.23	2370.67	2600.9	0.7679	7.2234	7.9913
60	19.94	0.001017	7.66998	7.671	251.11	2205.49	2456.6	251.13	2358.47	2609.6	0.8312	7.0784	7.9096
65	25.03	0.001020	6.19598	6.197	272.02	2191.08	2463.1	272.06	2346.24	2618.3	0.8935	6.9375	7.8310
70	31.19	0.001023	5.04097	5.042	292.95	2176.65	2469.6	292.98	2333.82	2626.8	0.9549	6.8004	7.7553
75	38.58	0.001026	4.12997	4.131	313.90	2162.00	2475.9	313.93	2329.77	2635.3	1.0155	6.6669	7.6824
80	47.39	0.001029	3.40597	3.407	334.86	2147.34	2482.2	334.91	2300.39	2635.3	1.0753	6.5369	7.6122
85	57.83	0.001033	2.82696	2.828	355.84	2132.36	2488.4	355.90	2296.00	2651.9	1.1343	6.4102	7.5445

50 T °C entrada P entrada (KPa) Volumen de entrada 2000 Energía de entrada Entalpia de entrada Entropia de entrada

NUMERO DE ESTADOS INTRODUCIDOS 0

ESTADO SATURADO
INTERPOLACIÓN - MEZCLA
NUEVO CÁLCULO

Vf 0.001012 Vf 209.32 Vf 209.33 Vf 0.7038
Vfg 12.028988 Vfg 2234.18 Vfg 2382.77 Vfg 7.3725
Vg 12.03 Vg 2443.5 Vg 2592.1 Vg 8.0763

Calidad 0.801636 FASE

Temperatura de Salida 50 Presión de salida 12.349 Volumen de Salida 9.6438865705359460741 Energía de Salida 2000 Entalpia de salida 2119.1151518677993715 Entropia de salida 6.6138643188999991048

Para temperaturas o presiones no listadas

Estas deben encontrarse en el rango entre el primer valor y el último de la lista de temperatura o presión de saturación Psycrofast devuelve la temperatura de salida y el resto de propiedades interpoladas.

El rango de la temperatura es de 0,01 °C a 95° C, mientras que el de la presión es de 0,6113 kPa a 84,55 kPa.

Ejemplo 4. Interpolación para hallar estado saturado a temperatura dada de 76,74 °C.

76.74	12.349	0.001012	12.0289	12.03	209.32	2234.18	2443.5	209.33	2382.77	2592.1	0.7038	7.3725	8.0763
70	15.758	0.001015	9.56698	9.568	230.21	2219.89	2450.1	230.23	2370.67	2600.9	0.7679	7.2234	7.9913
75	19.94	0.001017	7.66998	7.671	251.11	2205.49	2456.6	251.13	2358.47	2609.6	0.8312	7.0784	7.9096
80	25.03	0.001020	6.19598	6.197	272.02	2191.08	2463.1	272.06	2346.24	2618.3	0.8935	6.9375	7.8310
85	31.19	0.001023	5.04097	5.042	292.95	2176.65	2469.6	292.98	2333.82	2626.8	0.9549	6.8004	7.7553
90	38.58	0.001026	4.12997	4.131	313.90	2162.00	2475.9	313.93	2329.77	2635.3	1.0155	6.6669	7.6824
95	47.39	0.001029	3.40597	3.407	334.86	2147.34	2482.2	334.91	2300.39	2635.3	1.0753	6.5369	7.6122
100	57.83	0.001033	2.82696	2.828	355.84	2132.36	2488.4	355.90	2296.00	2651.9	1.1343	6.4102	7.5445

76.74 T °C entrada P entrada (KPa) Volumen de entrada Energía de entrada Entalpia de entrada Entropia de entrada

NUMERO DE ESTADOS INTRODUCIDOS 0

ESTADO SATURADO
INTERPOLACIÓN - MEZCLA
NUEVO CÁLCULO

Vf 0.001027044 Vf 321.19408 Vf 321.23104 Vf 1.0363104
Vfg 3.878020956 Vfg 2156.89832 Vfg 2319.54576 Vfg 6.621660
Vg 3.879048 Vg 2478.0924 Vg 2640.7768 Vg 7.6579704

Calidad 0 FASE

Temperatura de Salida 76.74 Presión de salida 41.64588 Volumen de Salida 9.6438865705359460741 Energía de Salida 2000 Entalpia de salida 2119.1151518677993715 Entropia de salida 6.6138643188999991048

De igual forma trabaja la interpolación a presión dada. Es aconsejable dar clic a **NUEVO CÁLCULO** si desea realizar una nueva acción, puede evitar posibles confusiones.

Para temperaturas listadas y calidad de la mezcla

Para temperaturas listadas (0,01 °C a 95° C) y una calidad dada, PSYCROFAST entregara las propiedades de la mezcla de agua saturada-vapor de agua saturado.

85 84,55 0.001033 2.82696 2.828 355

T °C entrada P entrada (KPa) Volumen de entrada

NUMERO DE ESTADOS INTRODUCIDOS 0

ESTADO SATURADO

INTERPOLACIÓN - MEZCLA

NUEVO CÁLCULO

Calidad 0 FASE

Temperatura de Salida Presión de salida Vol

Esta opción o tipo de entrada solo está habilitada para temperatura más no para presión. Pero puede encontrar la temperatura con la presión y realizar los pasos anteriores.

Nota: La calidad debe ser escrita con punto.

Ejemplo 5. Estado saturado a 70 °C y calidad de 0.56

70 31,19 0.001023 5.04097 5.042 292,95 2176,65 2469,6 292,98 2333,82 2626,8 0.9549 6.8004 7.7553

75 38,58 0.001026 4.12997 4.131 313,90 2162,00 2475,9 313,93 2329,77 2643,7 1.0155 6.6669 7.6824

80 47,39 0.001029 3.40597 3.407 334,86 2147,34 2482,2 334,91 2300,39 2635,3 1.0753 6.5369 7.6122

85 57,83 0.001033 2.82696 2.828 355,84 2132,56 2488,4 355,90 2296,00 2651,9 1.1343 6.4102 7.5445

70 P entrada (KPa) Volumen de entrada Energía de entrada Entalpía de entrada Entropía de entrada

NUMERO DE ESTADOS INTRODUCIDOS 0

ESTADO SATURADO

INTERPOLACIÓN - MEZCLA

NUEVO CÁLCULO

Calidad 0.56 FASE

Temperatura de Salida Presión de salida Volumen de Salida Energía de Salida Entalpía de salida Entropía de salida

70 31,19 2.82397012 1510.9240 1598.9392 4.763124

Para presiones listadas y calidad de la mezcla

Para esta opción de entrada el usuario debe primero encontrar la temperatura de saturación a esa presión, seguido a esto presionar NUEVO CÁLCULO, introducir la temperatura encontrada y la calidad respectiva.

Ejemplo 6. Estado de saturación a la presión de 47,39 kPa y calidad 0.7

Al obtener la temperatura a esa presión de saturación:

- Damos clic en NUEVO CÁLCULO
- Escribimos la temperatura y la calidad.
- Hacemos clic al botón INTERPOLACIÓN-MEZCLA.
- Procedemos y colocamos la temperatura respectiva 80° C y la calidad que estamos manejando 0.7 en este ejemplo.

Calidad 0.70 FASE

Temperatura de Salida 80 Presión de Salida 47,39 Volumen de Salida 2,3852087 Energía de Salida 1837,138 Entalpía de Salida 1944,273 Entropía de Salida 5,65113

Como observamos obtenemos la misma presión inicial de 47,39 kPa.

Lista Interactiva

Por último la lista de propiedades es interactiva, si hacemos clic en alguna de las propiedades de la lista, el resto de propiedades de las demás listas se iluminarán en gris o seleccionarán automáticamente. También los datos de salidas de las propiedades de saturación, es decir, los valores “f,g y fg”.

Ejemplo 7. Clic en la energía de líquido saturado a 75 °C

Calidad FASE

Temperatura de Salida 75 Presión de Salida 38,58 Volumen de Salida Energía de Salida Entalpía de Salida Entropía de Salida

Calentamiento simple en PSYCROFAST

Definición

Muchos sistemas de calefacción residenciales constan de una estufa, bomba de calor o un calentador de resistencia eléctrica. El aire en esos sistemas se calienta al circular por un ducto que contiene los tubos para los gases calientes, o alambres de la resistencia eléctrica, como se indica en la figura 2.



Figura 2. Ejemplo de calentamiento simple.

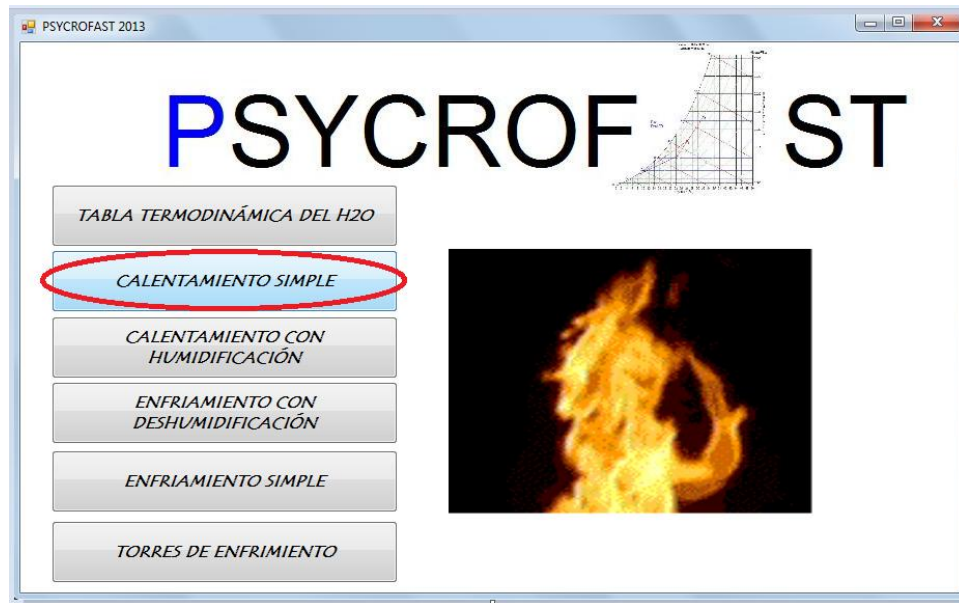
La cantidad de humedad en el aire permanece constante durante el proceso, ya que no se añade humedad ni se elimina aire por lo tanto la humedad específica permanece constante ($\omega = \text{const.}$). Dicho proceso de calentamiento procederá en aumento de la temperatura de bulbo seco siguiendo una línea de humedad específica constante en la carta psicrométrica, la cual aparece como una línea horizontal. La humedad relativa del aire disminuye, porque, la humedad relativa es la relación entre el contenido de humedad y la capacidad del aire de mantener humedad a la misma temperatura, y la capacidad de mantener humedad aumenta con la temperatura.

Ejemplo de calentamiento simple en PSYCROFAST

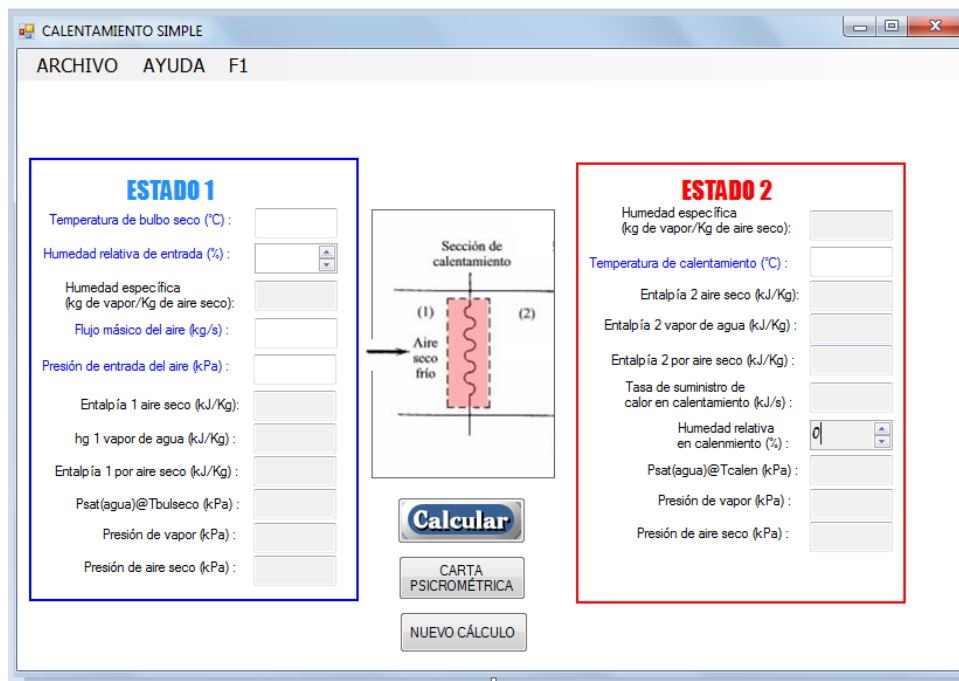
Ejemplo 1.

Supongamos que un sistema de acondicionamiento de aire se toma aire exterior a 10°C y 30% de humedad relativa, con un flujo constante de aire seco de $55,2 \text{ kg/min}$, y se calienta hasta 22°C en la sección de calentamiento. Suponga que todo el proceso sucede a una presión de 100 kPa , entonces calcule la tasa de suministro de calor en la sección de calentamiento.

Primero abramos nuestro programa PSYCROFAST, hagamos clic en el botón de calentamiento simple.



Nos aparecerá la siguiente ventana.



La temperatura de bulbo seco en el estado 1 es la temperatura del aire exterior que en el ejemplo es de 10°C, la humedad relativa de entrada es la humedad del aire que en el ejemplo es de 30%.

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C) : 10

Humedad relativa de entrada (%) : 30

Humedad específica
(kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s) :

Presión de entrada del aire (kPa) :

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):

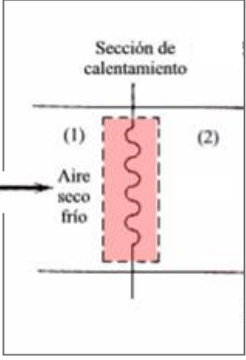
hg 1 vapor de agua (kJ/Kg) :

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg) :

Psat(agua)@Tbulseco (kPa) :

Presión de vapor (kPa) :

Presión de aire seco (kPa) :



Sección de calentamiento

(1) Aire seco frío (2)

ESTADO 2

Humedad específica
(kg de vapor/Kg de aire seco):

Temperatura de calentamiento (°C) :

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg) :

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg) :

Tasa de suministro de calor en calentamiento (kJ/s) :

Humedad relativa en calentamiento (%) : 0

Psat(agua)@Tcalen (kPa) :

Presión de vapor (kPa) :

Presión de aire seco (kPa) :

Calcular

CARTA PSICROMÉTRICA

Además colocamos el flujo másico de aire que es en ejemplo de 55,2 *kg/min* y la presión de entrada que es de 100 *kPa*.

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C) : 10

Humedad relativa de entrada (%) : 30

Humedad específica
(kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s) : 55,2

Presión de entrada del aire (kPa) : 100

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):

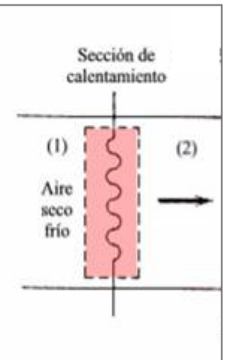
hg 1 vapor de agua (kJ/Kg) :

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg) :

Psat(agua)@Tbulseco (kPa) :

Presión de vapor (kPa) :

Presión de aire seco (kPa) :



Sección de calentamiento

(1) Aire seco frío (2)

ESTADO 2

Humedad específica
(kg de vapor/Kg de aire seco):

Temperatura de calentamiento (°C) :

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg) :

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg) :

Tasa de suministro de calor en calentamiento (kJ/s) :

Humedad relativa en calentamiento (%) : 0

Psat(agua)@Tcalen (kPa) :

Presión de vapor (kPa) :

Presión de aire seco (kPa) :

Calcular

CARTA PSICROMÉTRICA

Por último colocamos la temperatura con la que va salir el aire que en este caso es de 22°C. Verificamos que todos los datos estén en las casillas indicadas, y ahora le damos clic en calcular.

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C): 10

Humedad relativa de entrada (%): 30

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s): 55,2

Presión de entrada del aire (kPa): 100

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg):

Psat(agua)@Tbulseco (kPa):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

ESTADO 2

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Temperatura de calentamiento (°C): 22

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg):

Tasa de suministro de calor en calentamiento (kJ/s):

Humedad relativa en calentamiento (%): 0

Psat(agua)@Tcalen (kPa):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

Calcular

CARTA PSICROMÉTRICA

Observamos que el programa nos dice todas las propiedades, pero en este ejemplo solo queremos la tasa de suministro de calor en el calentamiento que es de 668,49 kJ/min.

CALENTAMIENTO SIMPLE

ARCHIVO AYUDA F1

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C): 10

Humedad relativa de entrada (%): 30

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco): 0,002299168

Flujo másico del aire (kg/s): 55,2

Presión de entrada del aire (kPa): 100,00000

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg): 10,0500000

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg): 2519,8

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg): 15,84344599

Psat(agua)@Tbulseco (kPa): 1,2276

Presión de vapor (kPa): 0,36828

Presión de aire seco (kPa): 99,63172

ESTADO 2

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco): 0,002299168

Temperatura de calentamiento (°C): 22

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg): 22,1100000

Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg): 2541,74

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg): 27,95388976

Tasa de suministro de calor en calentamiento (kJ/s): 668,4964954

Humedad relativa en calentamiento (%): 14

Psat(agua)@Tcalen (kPa): 2,671

Presión de vapor (kPa): 0,36828

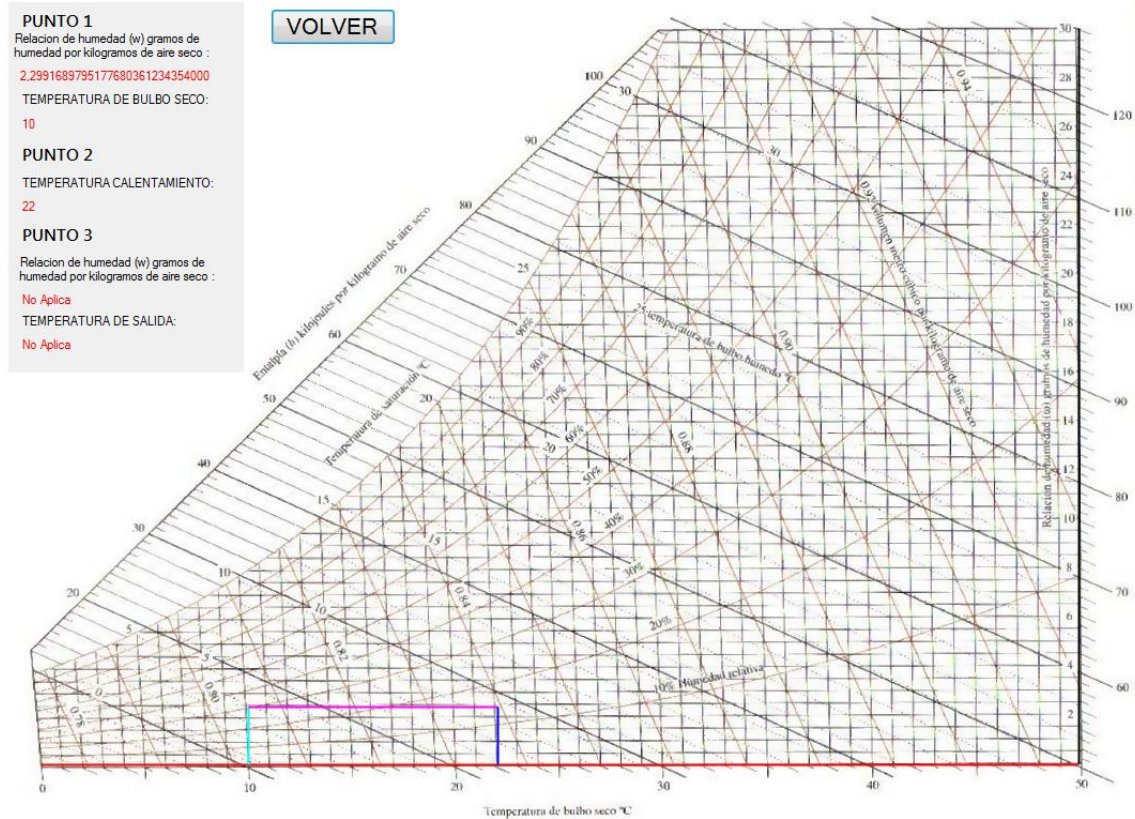
Presión de aire seco (kPa): 99,63172

Calcular

CARTA PSICROMÉTRICA

NUEVO CÁLCULO

Si le damos clic en el botón de carta psicrométrica, el programa nos representa el proceso del ejemplo 1, en la carta psicrométrica.



Nota: todos los decimales se introducen con coma, la representación del proceso en la carta psicrométrica, es hasta presiones iguales a una 1 atm.

Enfriamiento simple en PSYCROFAST

Definición

Un proceso de enfriamiento simple a humedad específica constante es similar al proceso de calentamiento analizado antes, excepto que la temperatura de bulbo seco disminuye y la humedad relativa aumenta durante un proceso de este tipo, como se muestra en la figura 3.

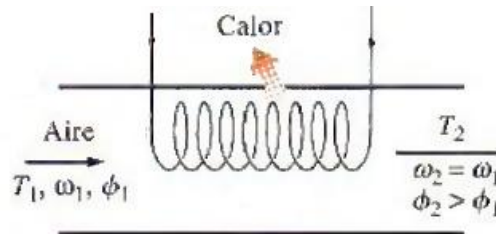


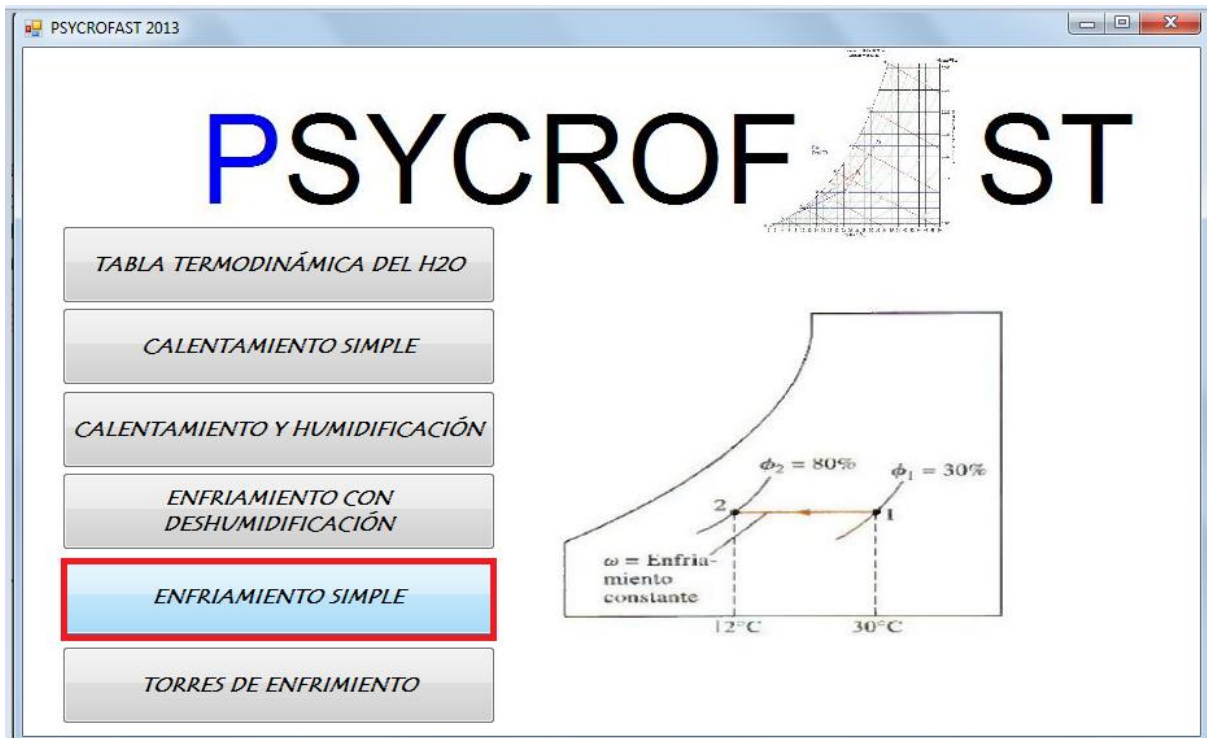
Figura 3. Ejemplo de enfriamiento simple.

Ejemplo de enfriamiento simple en PSYCROFAST

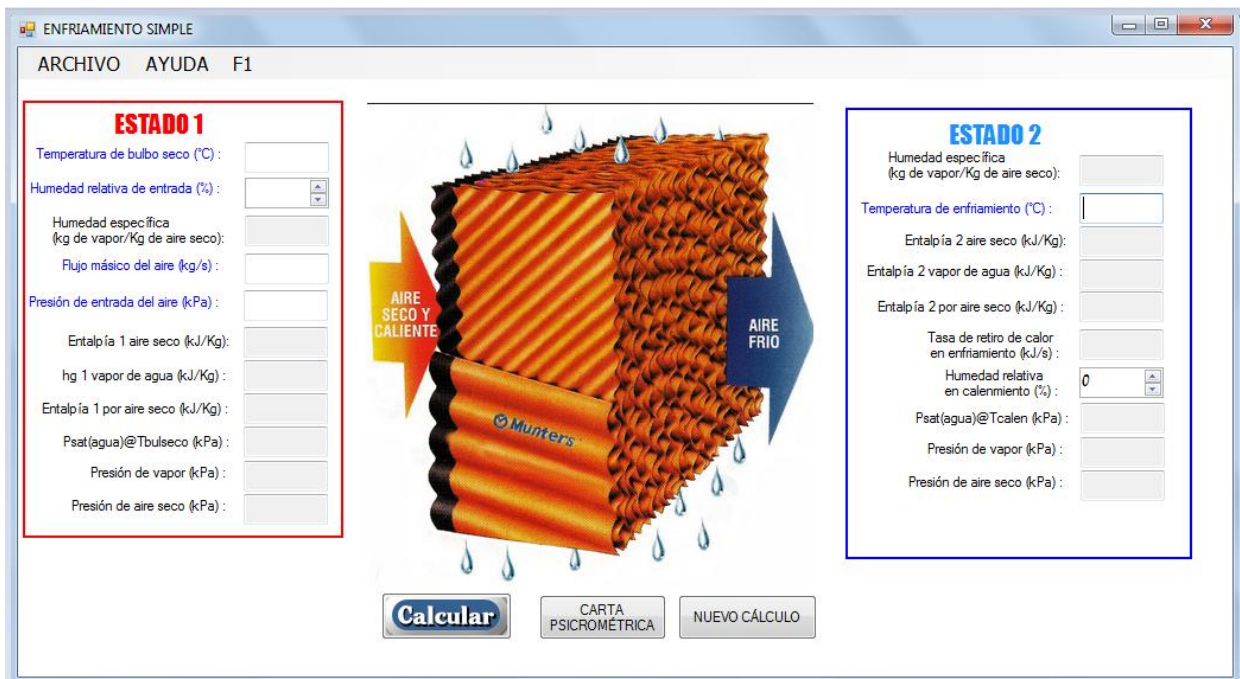
Ejemplo 2.

Entra aire a una sección de enfriamiento con 32°C y 30% de humedad relativa, con un flujo másico $154,8 \text{ kg/min}$, y con una temperatura de $24,4^\circ\text{C}$, calcule la razón de calor que se retira del aire.

Primero abramos nuestro programa PSYCROFAST, hagamos clic en el botón de enfriamiento simple.



Nos aparecerá la siguiente ventana.



La temperatura de bulbo seco en el estado 1 es la temperatura del aire exterior que en el ejemplo es de 32°C, la humedad relativa de entrada es la humedad del aire que en el ejemplo es de 30%.

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C) :

Humedad relativa de entrada (%) :

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s) :

Presión de entrada del aire (kPa) :

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):

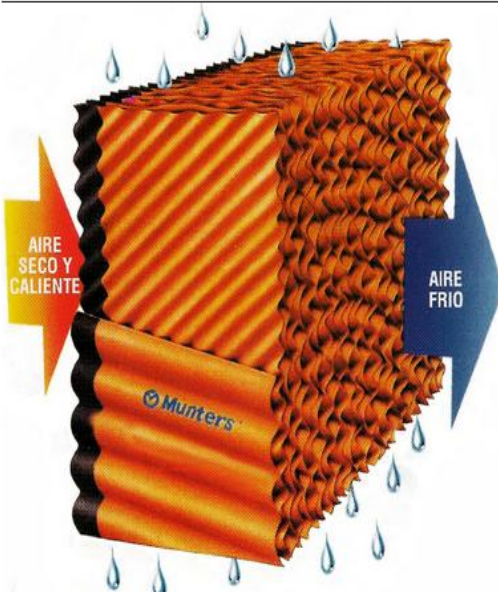
hg 1 vapor de agua (kJ/Kg) :

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg) :

Psat(agua)@Tbulseco (kPa) :

Presión de vapor (kPa) :

Presión de aire seco (kPa) :



ESTADO 2

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Temperatura de enfriamiento (°C) :

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg) :

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg) :

Tasa de retiro de calor en enfriamiento (kJ/s) :

Humedad relativa en calentamiento (%) :

Psat(agua)@Tcalen (kPa) :

Presión de vapor (kPa) :

Presión de aire seco (kPa) :

Calcular

CARTA PSICROMÉTRICA

NUEVO CÁLCULO

Además colocamos el flujo másico de aire que es en ejemplo de $154,8 \text{ kg/min}$ y la presión de entrada que es de una atmosfera que es equivalente a $101,3 \text{ kPa}$.

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C) :

Humedad relativa de entrada (%) :

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s) :

Presión de entrada del aire (kPa) :

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg) :

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg) :

Psat(agua)@Tbulseco (kPa) :

Presión de vapor (kPa) :

Presión de aire seco (kPa) :



ESTADO 2

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Temperatura de enfriamiento (°C) :

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg) :

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg) :

Tasa de retiro de calor en enfriamiento (kJ/s) :

Humedad relativa en calentamiento (%) :

Psat(agua)@Tcalen (kPa) :

Presión de vapor (kPa) :

Presión de aire seco (kPa) :

Calcular

CARTA PSICROMÉTRICA

NUEVO CÁLCULO

Por último colocamos la temperatura con la que va salir del procesos de enfriamiento el aire que en este caso es de $24,4 \text{ °C}$. Verificamos que todos los datos estén en las casillas indicadas, y ahora le damos clic en calcular.

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C) : 32

Humedad relativa de entrada (%) : 30

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s) : 154,8

Presión de entrada del aire (kPa) : 101,3

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg) :

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg) :

Psat(agua)@Tbulseco (kPa) :

Presión de vapor (kPa) :

Presión de aire seco (kPa) :

ESTADO 2

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Temperatura de enfriamiento (°C) : 24,4

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg) :

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg) :

Tasa de retiro de calor en enfriamiento (kJ/s) :

Humedad relativa en calentamiento (%) :

Psat(agua)@Tcalen (kPa) :

Presión de vapor (kPa) :

Presión de aire seco (kPa) :

Calcular

CARTA PSICROMÉTRICA

NUEVO CÁLCULO

Observamos que el programa nos dice todas las propiedades, pero en este ejemplo solo queremos la razón de calor que se retira del aire que es de 1201,5 kJ/min.

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C) : 32

Humedad relativa de entrada (%) : 30

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco): 0,00846708

Flujo másico del aire (kg/s) : 154,8

Presión de entrada del aire (kPa) : 101,30000

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg): 32,16000000

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg) : 2559,9

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg) : 55,11483432

Psat(agua)@Tbulseco (kPa) : 4,7488

Presión de vapor (kPa) : 1,43464

Presión de aire seco (kPa) : 99,86036

ESTADO 2

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco): 0,00846708

Temperatura de enfriamiento (°C) : 24,4

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg): 24,52200000

Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg) : 2546,108

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg) : 47,35316032

Tasa de retiro de calor en enfriamiento (kJ/s) : 1201,507135

Humedad relativa en calentamiento (%) : 47

Psat(agua)@Tcalen (kPa) : 3,0694

Presión de vapor (kPa) : 1,43464

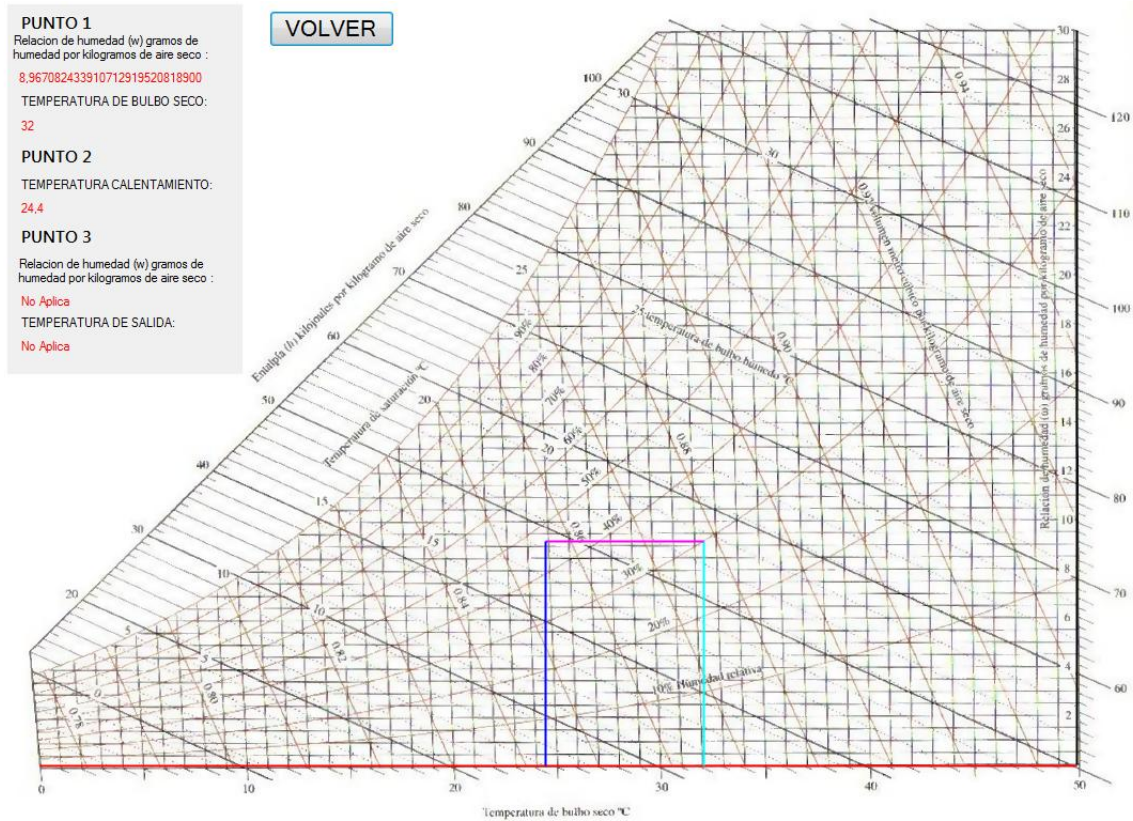
Presión de aire seco (kPa) : 99,86036

Calcular

CARTA PSICROMÉTRICA

NUEVO CÁLCULO

Si le damos clic en el botón de carta psicrométrica, el programa nos representa el proceso del ejemplo 2, en la carta psicrométrica.



Nota: todos los decimales se introducen con coma; la representación del proceso en la carta psicrométrica, es hasta presiones iguales a una 1 atm; verificar que la temperatura de salida no se ha menor a la temperatura de rocío porque sería enfriamiento con deshumidificación.

Calentamiento con humidificación en PSYCROFAST

Definición

Los problemas asociados con la humedad relativa baja, producto del calentamiento simple, se eliminan al humidificar al aire calentado. Esto se consigue a pasar el aire por una sección de calentamiento (proceso 1-2) y después por una sección de humidificación (proceso 2-3), como se muestra en la figura 4.

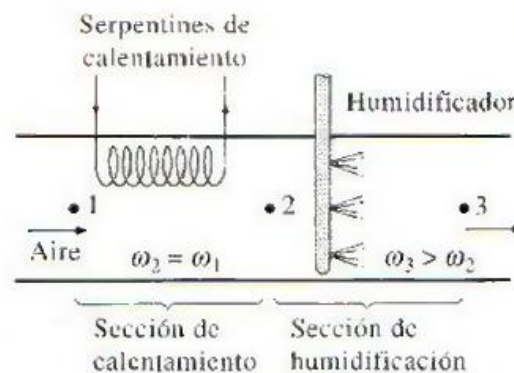


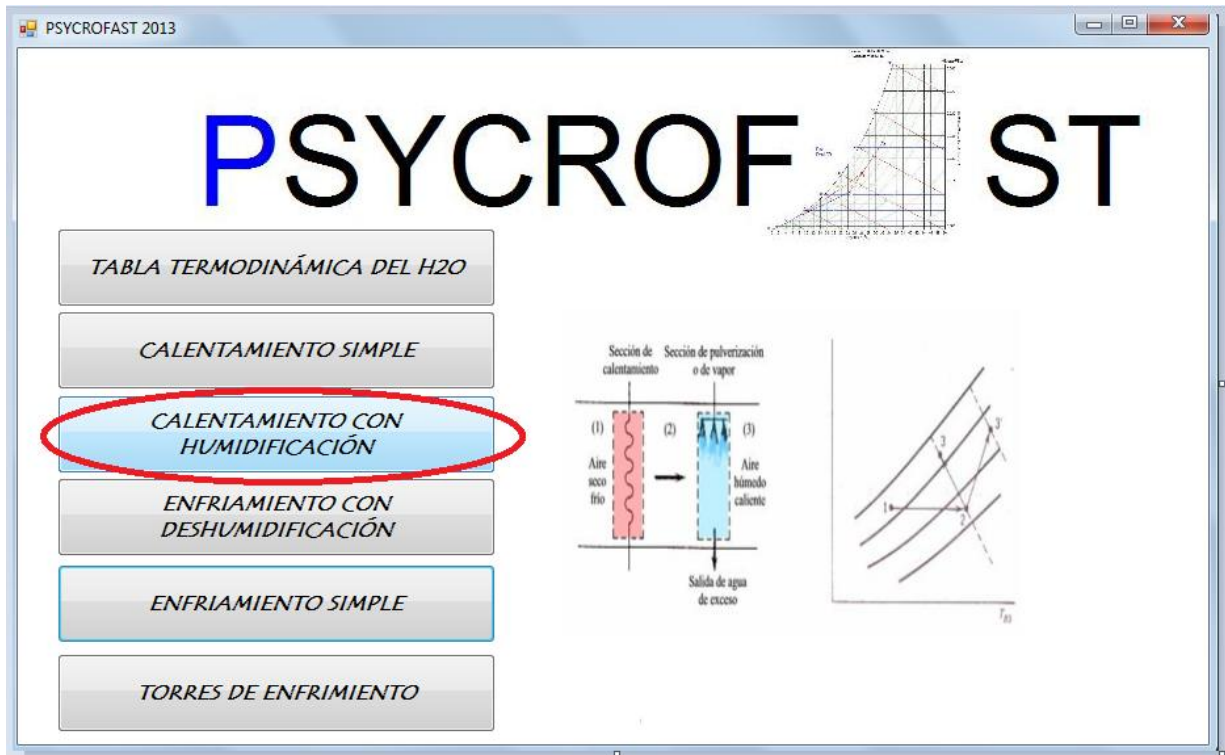
Figura 4. Ejemplo de calentamiento con humidificación.

Ejemplo de calentamiento con humidificación en PSYCROFAST

Ejemplo 3.

Retomando el ejemplo 1, de calentamiento simple, cuando sale de la sección de calentamiento ha 22°C (estado 2), el aire se humidifica mediante la inyección de vapor caliente en la sección de humidificadora, saliendo así a 25°C y 60% de humedad relativa. Calcule el flujo másico del vapor de agua que se requiere en la sección de humidificación.

Primero abramos nuestro programa PSYCROFAST, hagamos clic en el botón de calentamiento con humidificación.



Nos aparecerá la siguiente ventana.

CALENTAMIENTO Y HUMIDIFICACIÓN - PSYCROFAST 2013

ARCHIVO AYUDA F1

04/06/2013 05:58:25 p.m.

Barranquilla, COL

condiciones actuales

Condiciones actuales (a partir de 17:00) Pronóstico del

Hoy

88°F

Se siente como: 100°F

19:00

Barómetro 29.8 pulg

Punto de rocío 77°F

Humedad 70%

Visibilidad Sin límite

Lluvias en la última hora No disponible

Lluvias en las últimas 24 horas 0 pulg

Viento 7 mph NE

Salida del sol 05:35

Puesta del sol 18:19

Índice UV 1 Bajo

01:00

Registrado en Barranquilla / Ernestocortissoz

Todas las horas mostradas son horas locales de Barranquilla

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C):

Humedad relativa de entrada (%):

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s):

Presión de entrada del aire (kPa):

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg):

Psat(agua)@Tbulseco (kPa):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

ESTADO 2

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Temperatura de calentamiento (°C):

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg):

Tasa de suministro de calor en calentamiento (kJ/s):

Humedad relativa en calentamiento (%):

Psat(agua)@Tcalen (kPa):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

ESTADO 3

Temperatura de Salida (°C):

Humedad relativa de salida (%):

Presión de salida del aire (kPa):

Psat(agua)@Tsalida (kPa):

Entalpía 3 vapor de agua (kJ/Kg):

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

Entalpía 3 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 3 por aire seco (kJ/Kg):

Calcular CARTA PSICROMÉTRICA NUEVO CÁLCULO

Realizamos los mismos pasos como si fuera calentamiento simple en los estados 1 y 2.

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C): 10

Humedad relativa de entrada (%): 30

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s): 55,2

Presión de entrada del aire (kPa): 100

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg):

Psat(agua)@Tbulseco (kPa):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

ESTADO 3

Temperatura de Salida (°C):

Humedad relativa de salida (%):

Presión de salida del aire (kPa): 100

Psat(agua)@Tsalida (kPa):

Entalpía 3 vapor de agua (kJ/Kg):

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

Entalpía 3 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 3 por aire seco (kJ/Kg):

ESTADO 2

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Temperatura de calentamiento (°C): 22

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg):

Tasa de suministro de calor en calentamiento (kJ/s):

Agua

Flujo másico del agua (kg/s): 0

Calcular CARTA PSICROMÉTRICA NUEVO CÁLCULO

La temperatura de salida es de 25°C y la humedad relativa de salida del aire es de 60%, en el estado 3. Verificamos que todos los datos estén en las casillas indicadas, y ahora le damos clic en calcular.

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C): 10

Humedad relativa de entrada (%): 30

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s): 55,2

Presión de entrada del aire (kPa): 100

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg):

Psat(agua)@Tbulseco (kPa):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

ESTADO 3

Temperatura de Salida (°C): 25

Humedad relativa de salida (%): 60

Presión de salida del aire (kPa): 100

Psat(agua)@Tsalida (kPa):

Entalpía 3 vapor de agua (kJ/Kg):

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

Entalpía 3 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 3 por aire seco (kJ/Kg):

ESTADO 2

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Temperatura de calentamiento (°C): 22

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg):

Tasa de suministro de calor en calentamiento (kJ/s):

Humedad relativa en calentamiento (%): 0

Agua

Flujo másico del agua (kg/s): 0

Calcular CARTA PSICROMÉTRICA NUEVO CÁLCULO

Observamos que el programa nos dice todas las propiedades, pero en este ejemplo solo queremos el flujo másico de agua requerido que es de 0,538 kg/min.

CALENTAMIENTO Y HUMIDIFICACIÓN - PSYCROFAST 2013

ARCHIVO AYUDA F1

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C): 10

Humedad relativa de entrada (%): 30

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco): 0,002244168

Flujo másico del aire (kg/s): 55,2

Presión de entrada del aire (kPa): 100,00000

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg): 10,0500000

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg): 2514,8

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg): 15,84344544

Psat(agua)@Tbul seco (kPa): 1,2276

Presión de vapor (kPa): 0,36828

Presión de aire seco (kPa): 99,63172

ESTADO 3

Temperatura de Salida (°C): 25

Humedad relativa de salida (%): 60

Presión de salida del aire (kPa): 100,0000

Psat(agua)@Tsalida (kPa): 3,169

Entalpía 3 vapor de agua (kJ/kg): 2547,2

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco): 0,012055134

Presión de vapor (kPa): 1,4014

Presión de aire seco (kPa): 98,0486

Entalpía 3 aire seco (kJ/Kg): 25,12500000

Entalpía 3 por aire seco (kJ/Kg): 55,83388444

ESTADO 2

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco): 0,002244168

Temperatura de calentamiento (°C): 22

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg): 22,11000000

Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg): 2541,74

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg): 27,95388476

Tasa de suministro de calor en calentamiento (kJ/s): 668,4464454

Humedad relativa en calentamiento (%): 14

Psat(agua)@Tcalen (kPa): 2,671

Presión de vapor (kPa): 0,36828

Presión de aire seco (kPa): 99,63172

Agua
 Flujo másico del agua (kg/s): 0,538573740251

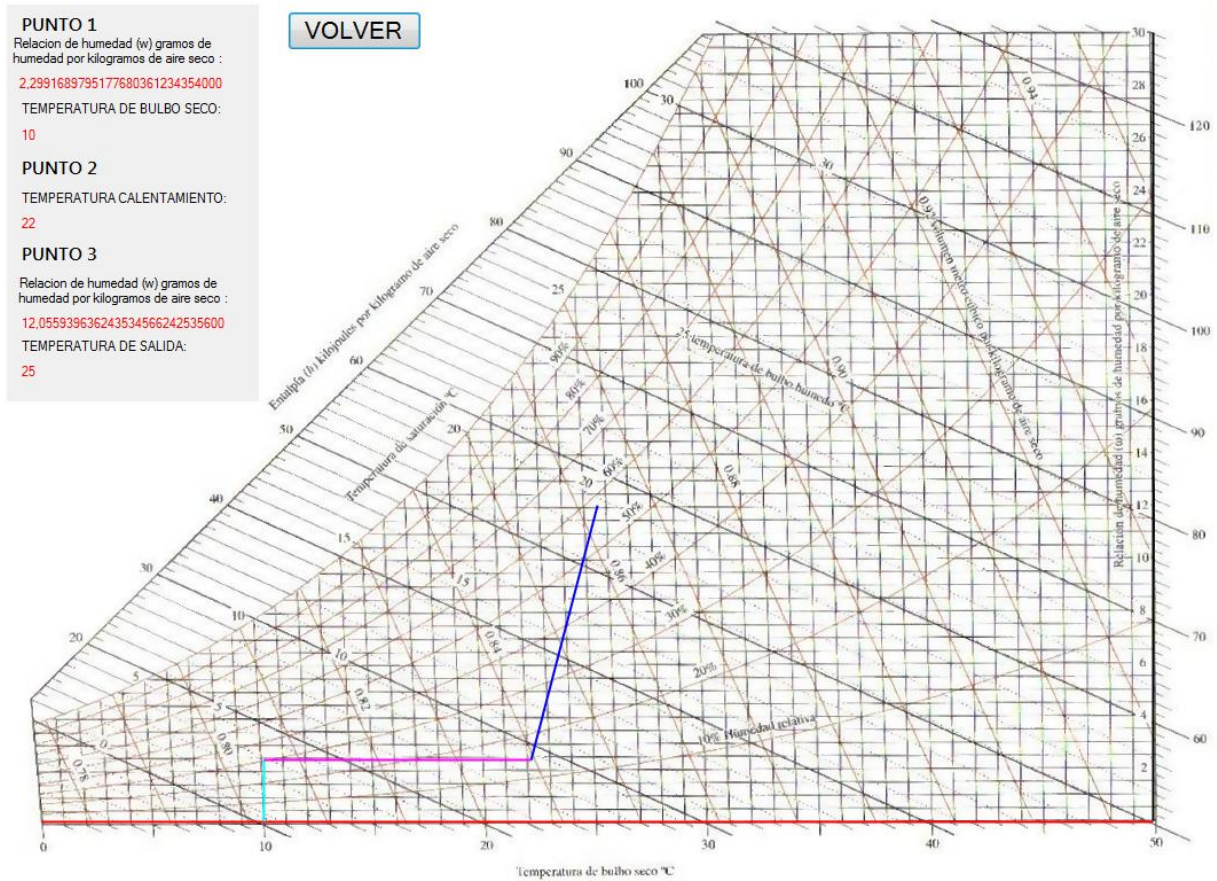
B
C
C
B
P
H
V
L
h
L
2
V
S
P
í
r
R
T
d

Calcular

CARTA PSICROMÉTRICA

NUEVO CÁLCULO

Si le damos clic en el botón de carta psicrométrica, el programa nos representa el proceso del ejemplo 3, en la carta psicrométrica.



Nota: todos los decimales se introducen con coma; la representación del proceso en la carta psicrométrica, es hasta presiones iguales a una 1 atm.

Enfriamiento con deshumidificación en PSYCROFAST

Definición

La humedad relativa específica del aire permanece constante durante un proceso de enfriamiento simple, pero su humedad relativa aumenta. Si la humedad relativa alcanza niveles extremadamente altos, tal vez sea necesario eliminar algo de humedad en el aire, es decir, deshumidificarlo. Para esto es necesario enfriar el aire por debajo de su temperatura de punto de rocío (figura 5).

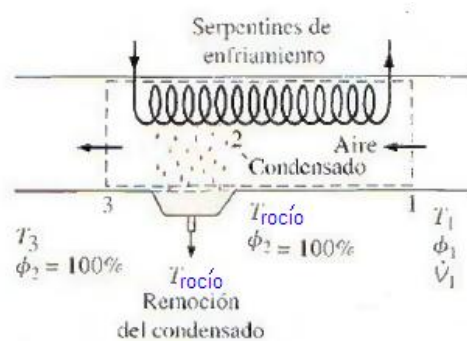


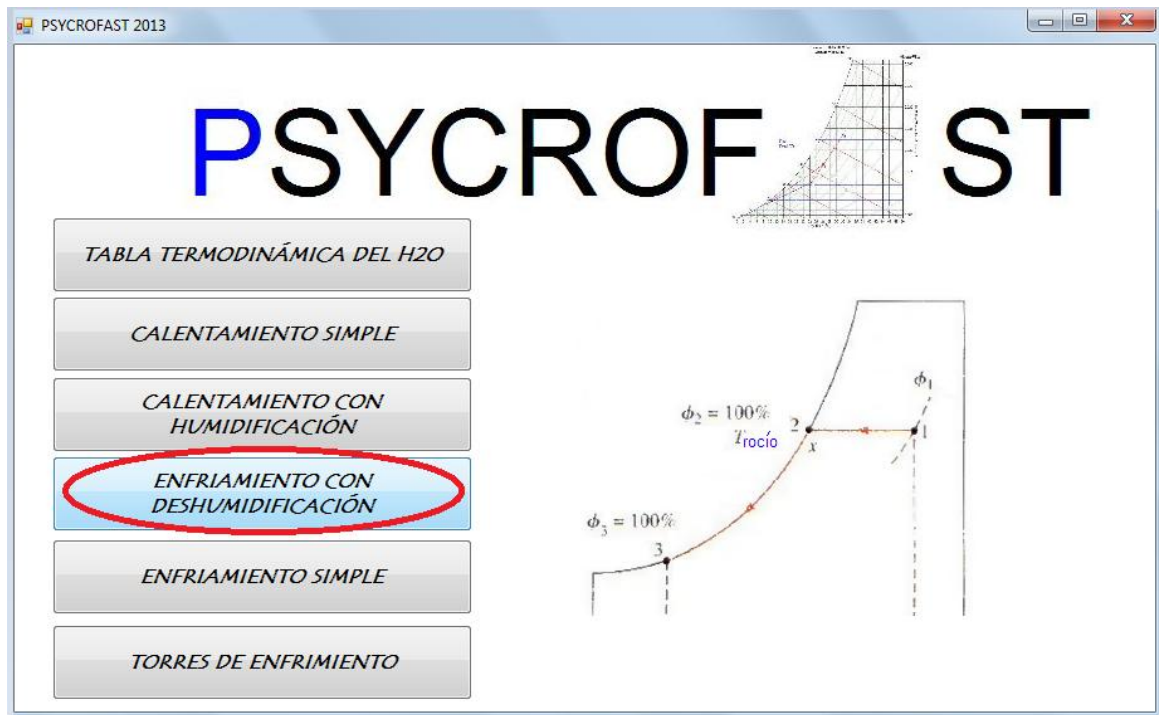
Figura 5. Ejemplo de enfriamiento con deshumidificación.

Ejemplo de enfriamiento con deshumidificación en PSYCROFAST

Ejemplo 4.

En una unidad de aire acondicionada de ventana entra aire a 1 atm, 30°C y 80% de humedad relativa, a una tasa de 11,25 kg/min y sale como aire saturado a 14°C. Parte de la humedad en el aire que se condensa durante el proceso se elimina también a 14°C. Determine las tasas de eliminación de calor y de humedad del aire.

Primero abramos nuestro programa PSYCROFAST, hagamos clic en el botón de enfriamiento con deshumidificación.



Nos aparecerá la siguiente ventana.

ENFRIAMIENTO Y DESHUMIDIFICACIÓN DEL AIRE

Calcular

CARTA PSICROMÉTRICA

NUEVO CÁLCULO

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C):

Humedad relativa de entrada (%):

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s):

Presión de entrada del aire (kPa):

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg):

Psat(agua)@Tbulseco (kPa):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

ESTADO 2

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Temperatura de Rocío (°C):

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg):

Tasa de Retiro de calor (kJ/Kg):

Humedad relativa en calentamiento (%):

Psat(agua)@Tcalen (kPa):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

ESTADO 3

Temperatura de Salida (°C):

Humedad relativa de salida (%):

Presión de salida del aire (kPa):

Psat(agua)@Tsalida (kPa):

Entalpía 3 vapor de agua (kJ/Kg):

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

Entalpía 3 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 3 por aire seco (kJ/Kg):

Flujo másico del agua saturada(m3/s):

Serpentines de enfriamiento

Aire

Condensado

Remoción del condensado

T_3 $\phi_3 = 100\%$ $T_{rocío}$ $\phi_2 = 100\%$ T_1 ϕ_1 V_1

La temperatura de bulbo seco en el estado 1 es la temperatura del aire exterior que en el ejemplo es de 30°C, la humedad relativa de entrada es la humedad del aire que en el ejemplo es de 80%. Además colocamos el flujo másico de aire que es en ejemplo de 11,25 kg/min y la presión de entrada que es de una atmosfera que es equivalente a 101,3 kPa.

Calcular

CARTA PSICROMETRICA

NUEVO CÁLCULO

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C): 30

Humedad relativa de entrada (%): 80

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s): 11,25

Presión de entrada del aire (kPa): 101,3

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg):

Psat(agua)@Tbulseco (kPa):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

ESTADO 2

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Temperatura de Rocío (°C):

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg):

Tasa de Retiro de calor (kJ/Kg):

Humedad relativa en calentamiento (%): 100

Psat(agua)@Tcalen (kPa):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

ESTADO 3

Temperatura de Salida (°C):

Humedad relativa de salida (%): 100

Presión de salida del aire (kPa): 101,3

Psat(agua)@Tsalida (kPa):

Entalpía 3 vapor de agua (kJ/kg):

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

Entalpía 3 aire seco (kJ/Kg):

Entalpía 3 por aire seco (kJ/Kg):

PUNTO DE ROCÍO Y SUS INFLUENCIAS

Juan Carlos Sánchez Pérez

Flujo másico del agua saturada(m3/s): 0

Por último colocamos la temperatura con la que va salir del procesos de enfriamiento el aire que en este caso es de 14 °C. Verificamos que todos los datos estén en las casillas indicadas, y ahora le damos clic en calcular.

ENFRIAMIENTO Y DESHUMIDIFICACIÓN DEL AIRE

Calcular

CARTA
PSICROMÉTRICA

NUEVO CÁLCULO

ESTADO 1

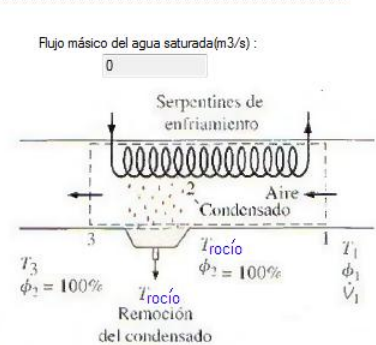
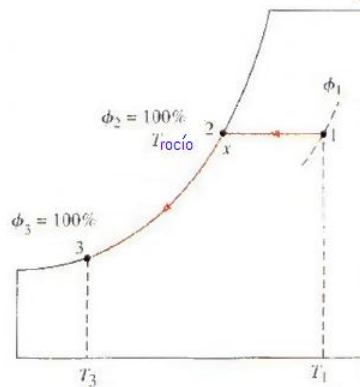
Temperatura de bulbo seco (°C): 30
 Humedad relativa de entrada (%): 80
 Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):
 Flujo másico del aire (kg/s): 11,25
 Presión de entrada del aire (kPa): 101,3
 Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):
 hg 1 vapor de agua (kJ/Kg):
 Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg):
 Psat(agua)@Tbulseco (kPa):
 Presión de vapor (kPa):
 Presión de aire seco (kPa):

ESTADO 2

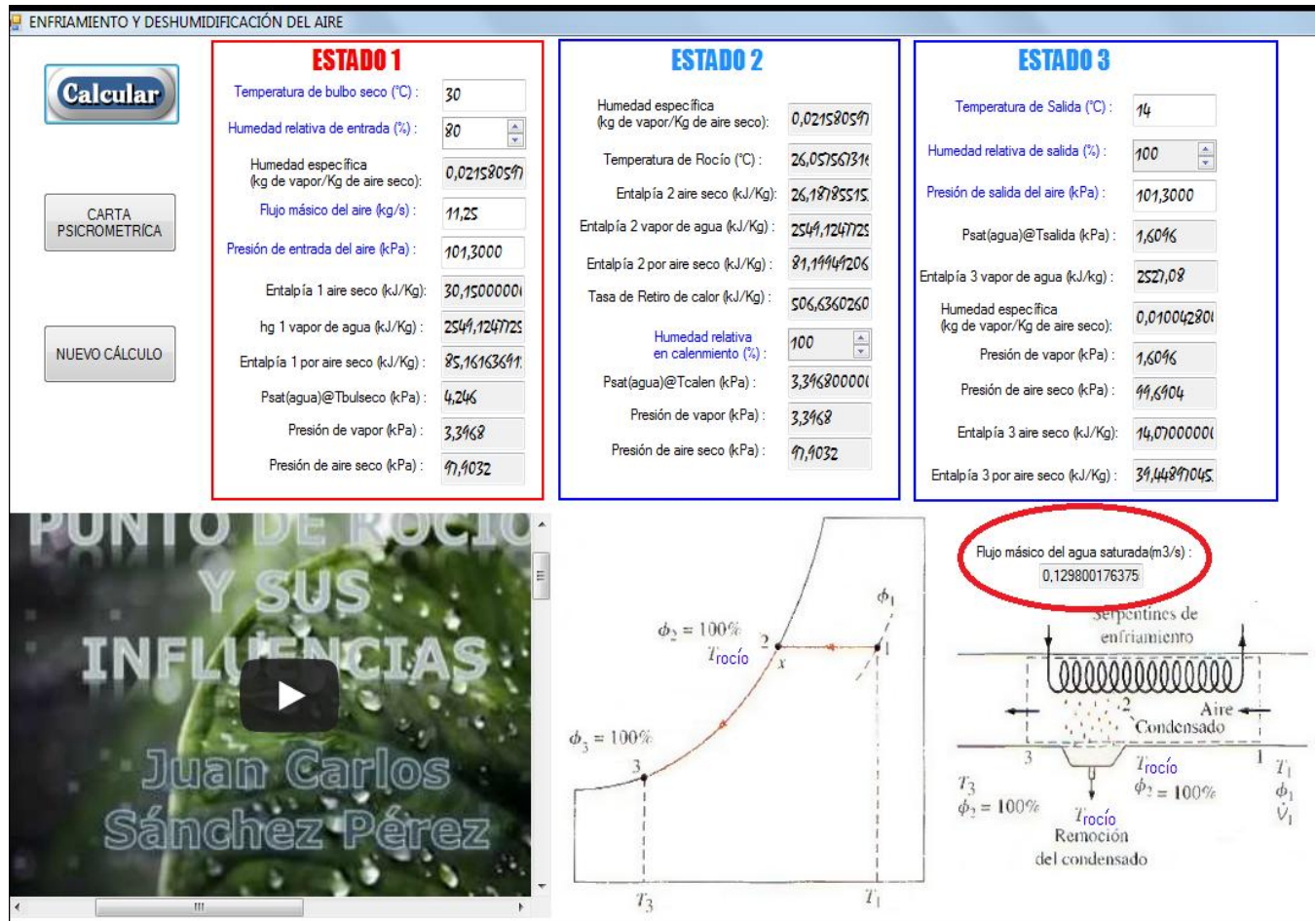
Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):
 Temperatura de Rocío (°C):
 Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):
 Entalpía 2 vapor de agua (kJ/Kg):
 Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg):
 Tasa de Retiro de calor (kJ/Kg):
 Humedad relativa en calentamiento (%): 100
 Psat(agua)@Tcalen (kPa):
 Presión de vapor (kPa):
 Presión de aire seco (kPa):

ESTADO 3

Temperatura de Salida (°C): 14
 Humedad relativa de salida (%): 100
 Presión de salida del aire (kPa): 101,3
 Psat(agua)@Tsalida (kPa):
 Entalpía 3 vapor de agua (kJ/Kg):
 Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):
 Presión de vapor (kPa):
 Presión de aire seco (kPa):
 Entalpía 3 aire seco (kJ/Kg):
 Entalpía 3 por aire seco (kJ/Kg):



Observamos que el programa nos dice todas las propiedades, pero en este ejemplo solo queremos la tasa de calor que se elimina del aire que es de kJ/min y la tasa de humedad que se elimina es de $0,129 kg/min$.



Si le damos clic en el botón de carta psicrométrica, el programa nos representa el proceso del ejemplo 4, en la carta psicrométrica.

PUNTO 1

Relacion de humedad (w) gramos de humedad por kilogramos de aire seco :

21.580597978411328741042172300

TEMPERATURA DE BULBO SECO:

30

PUNTO 2

TEMPERATURA CALENTAMIENTO:

26.057567316620241411327762303

PUNTO 3

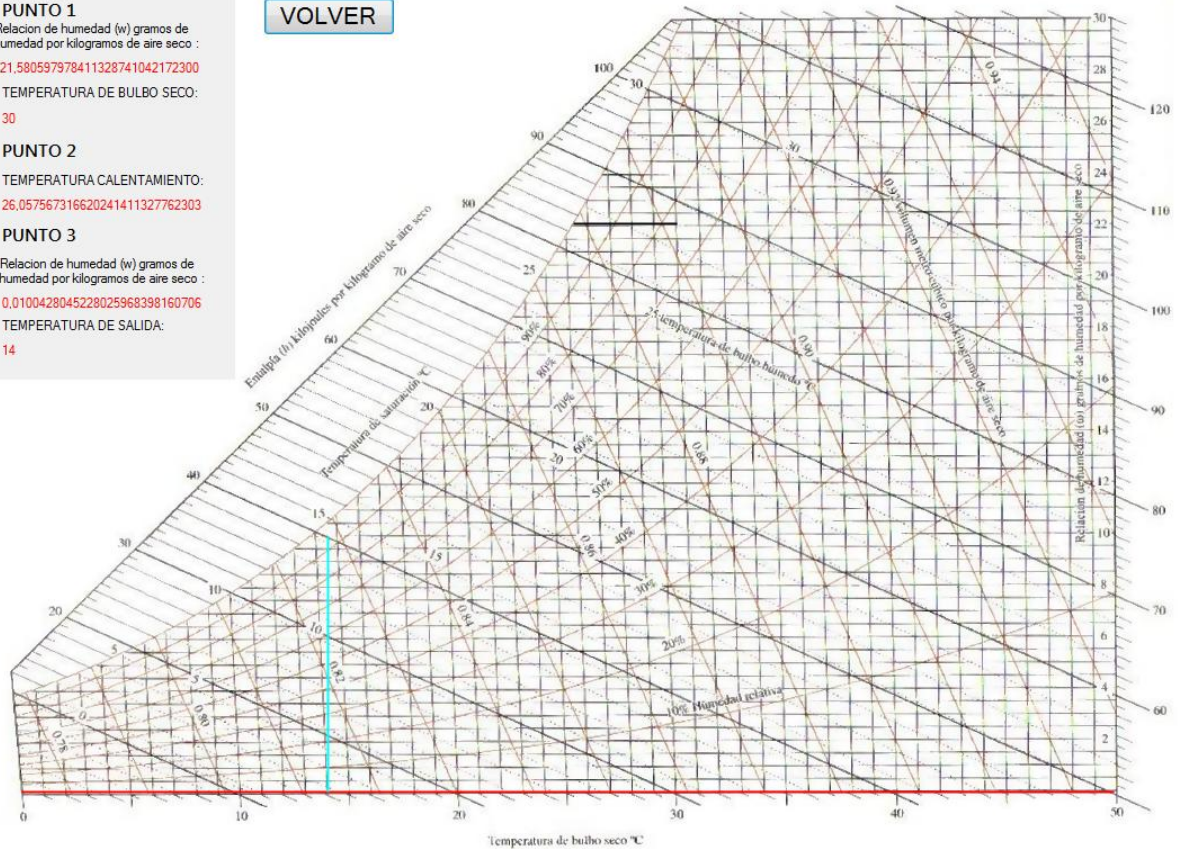
Relacion de humedad (w) gramos de humedad por kilogramos de aire seco :

0.0100428045228025968398160706

TEMPERATURA DE SALIDA:

14

VOLVER



Nota: todos los decimales se introducen con coma; la representación del proceso en la carta psicrométrica, es hasta presiones iguales a una 1 atm; verificar que la temperatura de salida no se ha mayor a la temperatura de rocío porque sería enfriamiento simple.

Torres de enfriamiento en PSYCROFAST

Definición

Las centrales eléctricas, los grandes sistemas de aire acondicionado y algunas industrias generan cantidades de calor de desecho que con frecuencia se arroja hacia agua de enfriamiento que se toma y regresa a lagos o ríos cercanos. La torre de enfriamiento cumple esta función (figura 6), primero el aire entra a la torre por el fondo y sale por la parte superior. El agua caliente se bombea hacia la parte superior de la torre y se rocía en este flujo de aire. Cuando las gotas de agua caen bajo la influencia de la gravedad, una pequeña fracción de agua se evapora y enfría el agua restante. La temperatura y el contenido de humedad del aire aumenta durante este proceso. El agua enfriada se acumula en el fondo de la torre.

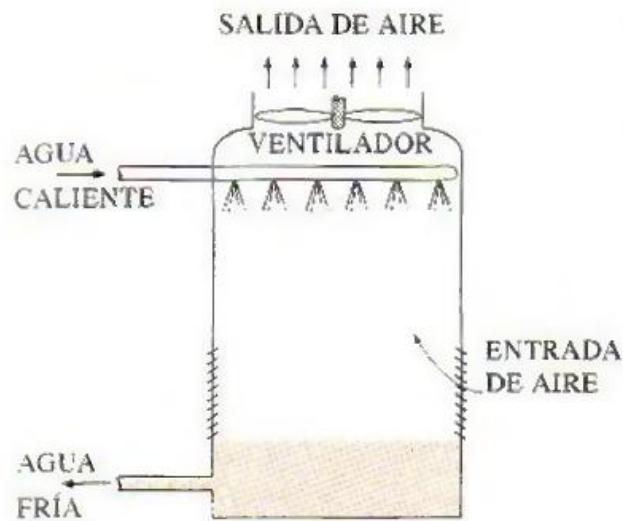


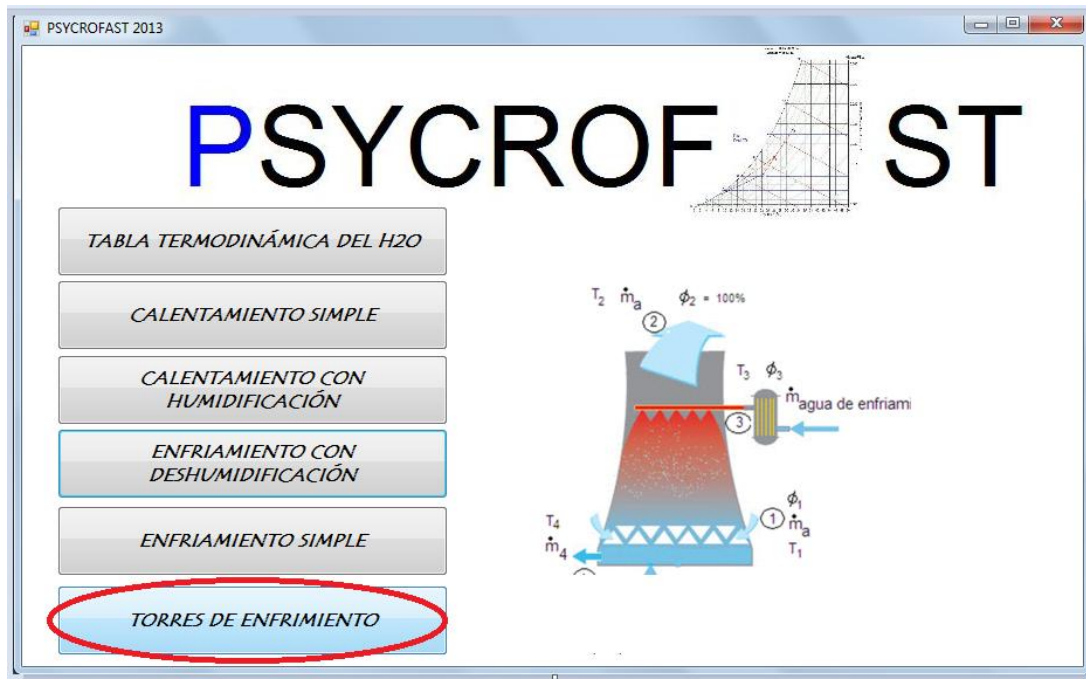
Figura 6. Ejemplo de una torre de enfriamiento.

Ejemplo de una torre de enfriamiento en PSYCROFAST

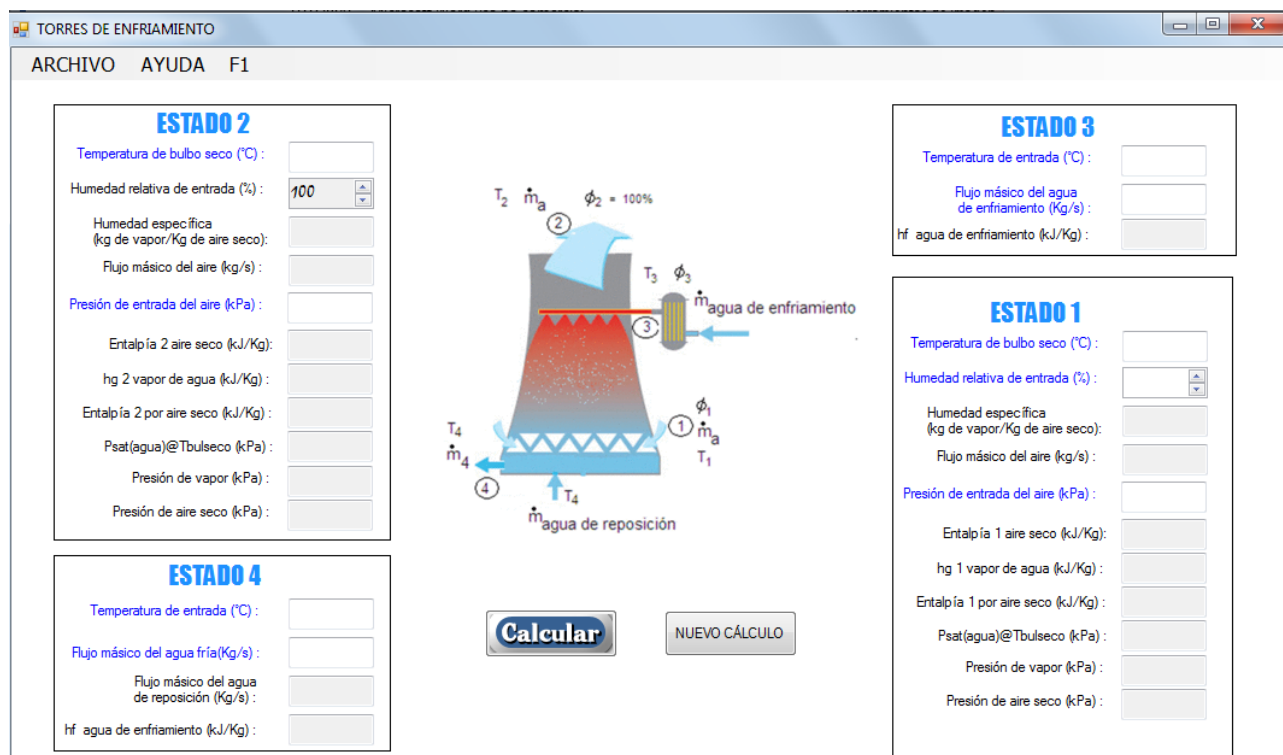
Ejemplo 5.

Del condensador de una central eléctrica sale agua de enfriamiento y entra a una torre de enfriamiento húmeda a 35°C , con un flujo másico de 100 kg/s . El agua se enfría hasta 22°C en la torre de enfriamiento con aire que entra a la torre a 1 atm, 20°C , con 60% de humedad relativa, y sale saturado a 30°C . Ignore la entrada de potencia del ventilador y determine, el flujo másico de aire y el flujo másico del agua de reposición requerido.

Primero abramos nuestro programa PSYCROFAST, hagamos clic en el botón de torre de enfriamiento.



Nos aparecerá la siguiente ventana.



La temperatura de bulbo seco en el estado 1 es la temperatura del aire exterior que en el ejemplo es de 20°C. La humedad relativa de entrada es la humedad del aire que en el ejemplo es de 60%, además colocamos la presión de entrada que es de una atmosfera que es equivalente a 101,3 kPa.

TORRES DE ENFRIAMIENTO

ARCHIVO AYUDA F1

ESTADO 2

Temperatura de bulbo seco (°C) :

Humedad relativa de entrada (%) : 100

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s) :

Presión de entrada del aire (kPa) : 101,3

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):

hg 2 vapor de agua (kJ/Kg) :

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg) :

Psat(agua)@Tbulseco (kPa) :

Presión de vapor (kPa) :

Presión de aire seco (kPa) :

ESTADO 3

Temperatura de entrada (°C) :

Flujo másico del agua de enfriamiento (Kg/s) :

hf agua de enfriamiento (kJ/Kg) :

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C) : 20

Humedad relativa de entrada (%) : 60

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s) :

Presión de entrada del aire (kPa) : 101,3

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg) :

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg) :

Psat(agua)@Tbulseco (kPa) :

Presión de vapor (kPa) :

Presión de aire seco (kPa) :

ESTADO 4

Temperatura de entrada (°C) :

Flujo másico del agua fría(Kg/s) :

Flujo másico del agua de reposición (Kg/s) :

hf agua de enfriamiento (kJ/Kg) :

Diagram illustrating the cooling tower process with states 1, 2, 3, and 4. State 1 is the inlet air, State 2 is the outlet air, State 3 is the inlet water, and State 4 is the outlet water. The diagram shows the air flow (m_a) and water flow (m_agua de reposición, m_agua de enfriamiento) and the resulting air and water temperatures (T1, T2, T3, T4) and humidity ratios (phi1, phi2, phi3).

Calcular NUEVO CÁLCULO

A continuación colocamos la temperatura con que sale el aire de la torre de enfriamiento que en este caso es de 30 °C y sale saturado, es decir, 100% de humedad relativa en el estado 2.

TORRES DE ENFRIAMIENTO

ARCHIVO AYUDA F1

ESTADO 2

Temperatura de bulbo seco (°C): 30

Humedad relativa de entrada (%): 100

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s):

Presión de entrada del aire (kPa): 101,3

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):

hg 2 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg):

P_{sat}(agua)@T_{bulseco} (kPa):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

ESTADO 3

Temperatura de entrada (°C):

Flujo másico del agua de enfriamiento (Kg/s):

hf agua de enfriamiento (kJ/Kg):

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C): 20

Humedad relativa de entrada (%): 60

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s):

Presión de entrada del aire (kPa): 101,3

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg):

P_{sat}(agua)@T_{bulseco} (kPa):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

Diagram illustrating the cooling tower process. Air enters at state 1 (bottom left) and exits at state 2 (top left). Water enters at state 3 (top right) and exits at state 4 (bottom right). The diagram shows the air-water interface and the flow of air and water through the tower.

Calcular NUEVO CÁLCULO

El agua entra a la torre de enfriamiento con una temperatura de 35 °C y con un flujo másico de 100 kg/s, en el estado 3. Por último el agua sale de la torre de enfriamiento a 22 °C, en el estado 4.

TORRES DE ENFRIAMIENTO

ARCHIVO AYUDA F1

ESTADO 2

Temperatura de bulbo seco (°C): 30

Humedad relativa de entrada (%): 100

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s):

Presión de entrada del aire (kPa): 101,3

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg):

hg 2 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg):

P_{sat}(agua)@T_{bulseco} (kPa):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

ESTADO 3

Temperatura de entrada (°C): 35

Flujo másico del agua de enfriamiento (Kg/s): 100

hf agua de enfriamiento (kJ/Kg):

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C): 20

Humedad relativa de entrada (%): 60

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco):

Flujo másico del aire (kg/s):

Presión de entrada del aire (kPa): 101,3

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg):

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg):

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg):

P_{sat}(agua)@T_{bulseco} (kPa):

Presión de vapor (kPa):

Presión de aire seco (kPa):

Diagram illustrating the cooling tower process. Air enters at state 1 (bottom left) and exits at state 2 (top left). Water enters at state 3 (top right) and exits at state 4 (bottom right). The diagram shows the air-water interface and the flow of air and water through the tower.

Calcular NUEVO CÁLCULO

ESTADO 4

Temperatura de entrada (°C): 22

Flujo másico del agua fría (Kg/s): 100

Flujo másico del agua de reposición (Kg/s):

hf agua de enfriamiento (kJ/Kg):

Verificamos que todos los datos estén en las casillas indicadas, y ahora le damos clic en calcular.

Observamos que el programa nos dice todas las propiedades, pero en este ejemplo solo queremos el flujo másico de aire que es de $97,52 \text{ kg/s}$ y el flujo másico del agua de reposición es de $1,806 \text{ kg/s}$.

TORRES DE ENFRIAMIENTO

ARCHIVO AYUDA F1

ESTADO 2

Temperatura de bulbo seco (°C): 30

Humedad relativa de entrada (%): 100

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco): 0,0272117791

Flujo másico del aire (kg/s): 97,52476508

Presión de entrada del aire (kPa): 101,300

Entalpía 2 aire seco (kJ/Kg): 30,15000001

hg 2 vapor de agua (kJ/Kg): 2556,3

Entalpía 2 por aire seco (kJ/Kg): 44,71147068

Psat(agua)@Tbulseco (kPa): 4,246

Presión de vapor (kPa): 4,246

Presión de aire seco (kPa): 97,054

ESTADO 3

Temperatura de entrada (°C): 35

Flujo másico del agua de enfriamiento (Kg/s): 100

hf agua de enfriamiento (kJ/Kg): 146,68

ESTADO 1

Temperatura de bulbo seco (°C): 20

Humedad relativa de entrada (%): 60

Humedad específica (kg de vapor/Kg de aire seco): 0,00873818

Flujo másico del aire (kg/s): 97,52476508

Presión de entrada del aire (kPa): 101,3000

Entalpía 1 aire seco (kJ/Kg): 20,10000000

hg 1 vapor de agua (kJ/Kg): 2538,1

Entalpía 1 por aire seco (kJ/Kg): 42,27838298

Psat(agua)@Tbulseco (kPa): 2,339

Presión de vapor (kPa): 1,4034

Presión de aire seco (kPa): 99,8966

ESTADO 4

Temperatura de entrada (°C): 22

Flujo másico del agua fría (Kg/s): 100

Flujo másico del agua de reposición (Kg/s): 1,801633083

hf agua de enfriamiento (kJ/Kg): 92,332

Calcular NUEVO CÁLCULO

Nota: todos los decimales se introducen con coma.