

1.0> INTRODUCCIÓN E HISTORIA

1.1> CONCEPTOS BÁSICOS

1.2> ESTADOS DE LA MATERIA

1.3> HUMEDAD RELATIVA Y ABSOLUTA

1.4> PRESIÓN

1.5> VALOR DE SATURACIÓN DEL AIRE

1.6> DIAGRAMA SICROMÉTRICO

1.7> EQUIPOS EVAPORATIVOS

1.8> EQUIPOS EVAPORATIVOS PARA EL ENFRIAMIENTO DEL AGUA



NOTA: Los contenidos de este capítulo se acompañan de animaciones y videos explicativos que encontrarás en el CD del curso.

INTRODUCCIÓN E HISTORIA

1.0.1 > INTRODUCCIÓN A LA CLIMATIZACIÓN

El ser humano necesita unas condiciones ambientales de temperatura y humedad para poder realizar las actividades diarias de manera óptima. Éstas sólo se dan en determinadas latitudes terrestres y no durante todo el año e incluso en algunos lugares del globo terráqueo las condiciones atmosféricas son tan extremas que nunca se da esta circunstancia. La climatización cubre esta necesidad térmica que tiene el ser humano teniendo como finalidad obtener el máximo confort de temperatura y humedad ambiental.

No todos los seres humanos encuentran agradable la misma temperatura existiendo variaciones sobre los valores que podríamos definir como idóneos. Las causas que más afectan a la sensación de bienestar térmico son las distintas actividades que se realizan, la complejidad, la indumentaria, etc...

A las condiciones en las que la mayor parte de las personas se encuentran con sensación de bienestar térmico se les denominan valores de confort. Se creó una tabla donde se registraban las condiciones de gran número de personas que encontraban óptima una temperatura determinada. Esta tabla la podremos ver más adelante.

Dentro de la climatización se incluyen todos los parámetros que configuran las condiciones ambientales. Las más importantes son temperatura, humedad, calidad del aire, velocidad del aire y limpieza del mismo.

1.0.2 > HISTORIA DEL CICLO FRIGORÍFICO

Desde tiempo inmemorial el hombre ha modificado las condiciones térmicas de los lugares donde habitaba combatiendo en un principio el frío, por ejemplo quemando cualquier tipo de combustible. Esto era relativamente sencillo y con ello se conseguía el calentamiento de las viviendas y las personas.

Obtener el enfriamiento de un lugar determinado no es una tarea tan sencilla como conseguir producir calor.

A lo largo de la historia pocas civilizaciones fueron capaces de combatir el calor eficazmente siendo los árabes los primeros en aplicar el principio de la evaporación del agua con finalidad de refrescar sus estancias.

No fue hasta la época industrial cuando el hombre tuvo capacidad para buscar métodos que consiguieran el enfriamiento real del aire. La cronología de cómo se fue produciendo esta búsqueda del frío hasta llegar al ciclo frigorífico se detalla a continuación:

Un poco de historia del ciclo frigorífico, la refrigeración y climatización:

- **1850:** Los refrigeradores domésticos en EE.UU. consistían en armarios de madera que se cargaban con barras de hielo cortadas de los ríos en invierno y que se almacenaban después.
- **1879:** Un ingeniero alemán Karl Von Linde resolvió el ciclo frigorífico mediante compresión y evaporación de amoníaco que se accionaba con una pequeña bomba a vapor.
- **1880:** Un popular método de refrigeración usado a finales del siglo XIX consistía en hacer pasar aire sobre hielo. El Madison Square Theatre de Nueva York gastaba cuatro toneladas de hielo cada tarde.

- **1902:** El primer acondicionador de aire lo patentó el inventor estadounidense Willis H. Carrier. Este aparato saturaba de agua el aire controlando la temperatura y la humedad.
- **1906:** El estadounidense Stuart Crower añadió un filtro contra el polvo para usarlo en fábricas textiles y fue entonces cuando se empleó por primera vez el término "aire acondicionado".
- **1913:** aparece el primer frigorífico doméstico accionado a mano.
- **1918:** aparece un frigorífico a motor eléctrico creado por Kelvinator
- **1923:** los ingenieros suecos Blazer von Platen y Carl Munters mejoran el frigorífico con su modelo "Electrolux".
- **1925:** Kelvinator compra la patente de Electrolux y lo comercializa en Estados Unidos.
- **1927:** General Electric sacó al mercado el modelo Monitor Top con compresor hermético. Comenzó a denominarse electrodoméstico.
- **1930:** Se encuentran alternativas seguras a los gases refrigerantes que se utilizan hasta entonces como el amoníaco y ácido sulfúrico que son tóxicos, corrosivos y en el caso del vapor de amoníaco es autoinflamable a altas temperaturas. El nuevo gas es un compuesto del flúor (diclorodifluormetano) que tiene como características principales no ser tóxico ni corrosivo ni inflamable.

1.1 > CONCEPTOS BÁSICOS

1.1.0 > INTRODUCCIÓN

A lo largo de este módulo conoceremos todos los conceptos sobre el calor y el frío necesarios para empezar a familiarizarnos con la climatización.

1.1.1 > FRÍO

El frío, aunque todos lo hemos sentido alguna vez, por definición se establece que no existe. Siempre partimos de que todos los cuerpos a lo largo de su existencia han ido captando calor. Cuando un cuerpo está frío es que tiene ausencia de calor.

La mayoría de los ejemplos están relacionados con el agua, elemento con el que estamos más familiarizados.

1.1.2 > TEMPERATURA

Es la unidad de medida que nos indica a lo largo del tiempo cuánta energía ha recogido un cuerpo. Partimos de que en un principio toda la materia estaba a cero absoluto (-273°C) y con el paso del tiempo fueron ganando energía. Para medir la temperatura se toman dos puntos constantes de referencia que son el agua en estado fundente y el agua en estado de ebullición. Una vez tenemos estos dos puntos fijos hacemos una serie de divisiones para poder establecer la temperatura. Este número de divisiones puede ser 100 para escala centígrada, 100 para escala Kelvin y 180 para escala Fahrenheit.

1.1.2.1 > Temperatura seca

Es la temperatura que nos indica un termómetro ordinario. En este tipo de termómetros no se tiene en cuenta la mayor o menor presencia de humedad en el mismo.

1.1.2.2> Temperatura de bulbo húmedo

Es la temperatura indicada por un termómetro cuyo bulbo está envuelto con una gasa o algodón empapados en agua y expuesto a los efectos de una corriente de aire intensa. La finalidad de esta temperatura es conocer la cantidad de humedad que tiene el aire. Este termómetro en su bulbo sufre el efecto de la evaporación de la camisa de algodón que lo recubre. Por esta razón la temperatura que nos indica viene influida por la cantidad de agua que el aire tiene disuelta. Por ejemplo, si tenemos un aire muy seco, el agua de la camisa se evaporará bajando el valor de temperatura seca que obtendríamos con un termómetro convencional. Por el contrario, si es mucha la humedad que tiene el aire ambiente, el agua de la camisa de algodón no puede evaporarse y la temperatura húmeda y seca serían prácticamente iguales.

1.1.3 > CONVERSIÓN DE UNIDADES



1.1.3.1> Los grados centígrados

El nivel de temperatura utilizado internacionalmente es el de grados centígrados. En la escala centígrada el valor de fusión del hielo corresponde con el valor de 0°C y el punto de ebullición del agua corresponde con 100 °C, puesto que son 100 divisiones las que hay entre estos dos puntos.

Además del sistema Internacional con la escala centígrada existen otros sistemas de medida como el Fahrenheit y el Kelvin que son igualmente válidos y todas tienen posibilidad de equivalencia entre ellas, pues solamente estamos cambiando la forma de expresar un mismo valor de temperatura.

1.1.3.2> Los grados Kelvin

Tienen igual la escala (separación entre líneas de grados) que los grados centígrados, la única diferencia es que el cero de los grados Kelvin comienza en el cero absoluto -273.16°C. El valor de fusión del hielo corresponde con 273 °K y el punto de ebullición. El valor de fusión del agua corresponde con 373 °K. Por tanto son 100 divisiones entre estos dos puntos.

- Símbolo de grados kelvin (°K)

- Temperatura en °K = Temperatura en grados centígrados + 273.1

EJEMPLO: Si tenemos una sustancia que se encuentra a 110 ° Centígrados indica cómo se expresaría esta temperatura en grados Kelvin.

$$\text{Temperatura en } ^\circ\text{K} = 110 + 273.16 = 383.16 \text{ } ^\circ\text{K}$$

1.1.3.3 > Los grados Fahrenheit

Tienen una escala diferente a la de los grados centígrados, por eso es un poco más difícil su conversión. En este caso la congelación del agua corresponde a 32°F y el punto de ebullición del agua corresponde con 212 ° F. Son 180 divisiones las que hay entre estos dos puntos.

- Símbolo de grados Fahrenheit (°F)
- Temperatura en °F = 1.8 x Temperatura en grados centígrados + 32

EJEMPLO: Si tenemos una sustancia que se encuentra a 110 ° Centígrados indica cómo se expresaría esta temperatura en grados Fahrenheit.

$$\text{Temperatura en } ^\circ\text{K} = 1.8 \times (110 + 32) = 255.6^\circ\text{F}$$

1.1.4 > MOVIMIENTO MOLECULAR

Cuando una materia cualquiera se calienta la movilidad de sus moléculas aumenta y cuando se enfría ésta disminuye.

EJEMPLO: Las materias que están en estado sólido, su movilidad entre moléculas es nula permaneciendo estáticas, pero en los gases es muy grande provocando continuos choques entre moléculas. Para evitar chocar entre ellas tienden a ocupar el mayor volumen posible, por esta razón los gases tienden siempre a ocupar todo el volumen del recinto en el que se encuentran.

1.1.5 > CALOR ESPECÍFICO

Es la cantidad de energía que necesita un gramo de sustancia para modificar su temperatura un grado centígrado (se mide en calorías). Cada sustancia tiene una capacidad para poder cambiar su temperatura, siendo distinto este valor para cada una de ellas y siendo también diferente según el estado en el que se encuentre la materia. La unidad de medida es la "Cal/gr.°C".

1.1.6 > CALORÍA

Es el patrón de medida utilizado para indicar el nivel de energía. Se define como la cantidad de energía necesaria para aumentar un grado la temperatura de un gramo de agua.

1.1.7 > EQUILIBRIO DE TEMPERATURAS

Si tenemos dos sustancias a temperaturas diferentes siempre se producirá entre ellas un intercambio de energía desde la que tenga una mayor cantidad de energía acumulada hacia la que tiene una energía menor, de tal forma que llegarán a equilibrarse en un punto intermedio,

que dependerá de la masa de cada una y de la diferencia de temperatura. La cesión de energía de una a otra será más rápida cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre ambas.

1.1.8 > FORMAS DE TRANSMISIÓN DEL CALOR

La transferencia de energía entre sustancias con un valor energético diferente se puede producir de tres formas diferentes dependiendo del estado en el que se encuentre la materia y del foco emisor de energía.

1.1.8.1 > Por conducción

Se produce en las sustancias en estado sólido y consiste en la transmisión de energía de una molécula a otra.



1.1.8.1.1 > Conductividad térmica

Los cuerpos son capaces de transmitir la energía térmica con mayor o menor facilidad según su composición. Esto nos indica que algunos cuerpos oponen mas resistencia al paso del calor a través de ellos. Se expresa en $\text{kcal/h } ^\circ\text{C} \times \text{m}$ y es la cantidad de calor que en una hora atraviesa el espesor del material (indicado en metros) por grado centígrado de diferencia de temperatura.

1.1.8.1.2 > Buen conductor

Son aquellos elementos que tienen un valor de conductividad térmica muy alto. Normalmente la conductividad térmica y eléctrica suele ir unida. En la siguiente tabla vemos los valores de algunos de ellos. Este valor de conductividad térmica se le denomina lambda y se simboliza con una "y" griega invertida:

Valores de conductividad térmica (lambda)		
Aluminio	175	kcal/h x °C x m
Acero	50	kcal/h x °C x m
Bronce	55	kcal/h x °C x m
Cobre	330	kcal/h x °C x m
Estaño	50	kcal/h x °C x m
Plata	354	kcal/h x °C x m
Plomo	28	kcal/h x °C x m
Cinc	95	kcal/h x °C x m

EJEMPLO: Si tenemos una pared de una habitación que es de plomo macizo de 1 m espesor y de una superficie de 10 m² que se encuentra a una temperatura interior de 25°C y en el exterior tenemos 5 °C la cantidad de calor que atravesaría esta pared en una hora será:

$$Q = (\text{Conductividad} / \text{espesor}) \times m^2 \times (\text{Diferencia de temperatura interior} - \text{Exterior})$$

$$Q = (28 / 1m) \times 10m^2 \times 20^{\circ}C = 5600 \text{ Kcal por hora atravesarían la pared}$$

1.1.8.1.3 > Mal conductor

Son aquellos elementos que tienen un valor de conductividad térmica muy bajo. En la siguiente tabla vemos los valores de algunos de ellos:

Valores de conductividad térmica (lambda)		
Ladrillo hueco	0.42	kcal/h x °C x m
Mosquetas	0.04	kcal/h x °C x m
Fibra de vidrio	0.032	kcal/h x °C x m
Amianto	0.14	kcal/h x °C x m
Espuma Poliuretano	0.020	kcal/h x °C x m
Arcilla expandida	0.073	kcal/h x °C x m
Arena	0.5	kcal/h x °C x m
Contrachapado	0.12	kcal/h x °C x m

EJEMPLO: Si tenemos una pared de una habitación que es de ladrillo hueco de 1 m espesor con una superficie de 10 m² que se encuentra a una temperatura interior de 25°C y en el exterior tenemos 5 °C, la cantidad de calor que atravesaría esta pared en una hora será:

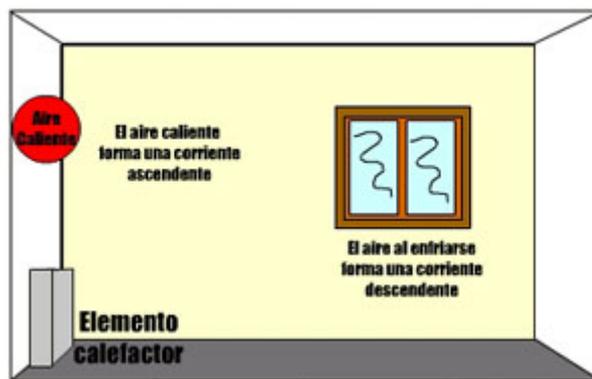
$$Q = (\text{Conductividad} / \text{espesor}) \times m^2 \times (\text{Diferencia de temperatura interior} - \text{Exterior})$$
$$Q = (0.42 / 1m) \times 10m^2 \times 20^\circ C = 84 \text{ Kcal por hora atravesarían la pared.}$$

1.1.8.1.4 > Aplicaciones de la conductividad

Este tipo de cálculo se utiliza para poder saber qué cantidad de energía perdemos por los cerramientos (paredes, suelos y techos) en las viviendas dependiendo fundamentalmente del material del que estén hechos. Estos cálculos sólo se utilizan cuando disponemos de los datos constructivos de los muros y además necesitamos cálculos exactos de las pérdidas energéticas de un edificio.

1.1.8.2 > Por convección

Se produce en las sustancias en estado líquido o gaseoso. Cuando calentamos una sustancia se produce un aumento en su volumen provocando una disminución en la densidad que por efecto del calor tienden a subir dejando un espacio que será ocupado por otra sustancia mas fría. A este movimiento de fluido caliente subiendo y frío descendiendo se le denomina convección natural. En algunos casos, como este movimiento es muy lento, se acelera con elementos mecánicos como ventiladores si son gases o bombas si son líquidos. Cuando se acelera la convección natural mediante elementos mecánicos se denomina a ese movimiento convección forzada.



1.1.8.3 > Por radiación

Se produce cuando el calor se transmite por ondas electromagnéticas solamente produciendo calor en el punto sobre el que impacta la onda, sin tener apenas pérdida de energía en su transporte. Este tipo de transmisión se puede dar incluso aunque entre el elemento que emite la energía y el que la recibe no exista nada (en el vacío).



EJEMPLO:

Conducción: Si introducimos una cuchara en la sopa muy caliente, el calor se transmite a lo largo de la cuchara llegando a estar muy caliente incluso el mango, que no está en contacto con la sopa.

Convección: Los globos aerostáticos están llenos de aire caliente y mientras éste se mantenga caliente el globo tiende a subir, pero si se enfría tiende a bajar.

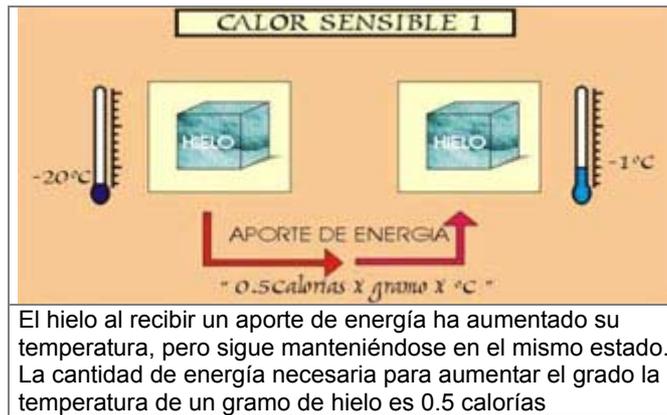
Radiación: Las hogueras emiten gran parte de su energía en forma de radiación. Por esta razón, si colocamos a varias personas en fila frente a ella, solamente se calienta la primera, por ser la que está expuesta al contacto con las ondas térmicas. Las demás personas, al quedar protegidas del impacto de estas ondas, no reciben calor.

1.1.9 > CALOR SENSIBLE

Para que un cuerpo aumente o disminuya su temperatura, tenemos que aplicarle o sustraerle una cantidad de energía. A esta energía que necesitamos para modificar la temperatura de un cuerpo, sin afectar a su estado, es a lo que denominamos calor sensible. Es sensible porque de forma sensitiva podríamos comprobar si un cuerpo ha modificado su temperatura sin necesidad de ningún elemento externo.

EJEMPLO: Si calentamos en una hoguera una barra de hierro y tocamos el extremo que estuvo expuesto a la llama nuestro sentido del tacto es capaz de detectar que la temperatura de la barra ha cambiado.

EJEMPLO: En la imagen siguiente se pueden ver los valores de calor sensible para los distintos estados del agua



1.1.10 > CALOR LATENTE

Es la energía que tenemos que aplicar a un cuerpo para que modifique su estado. Ésta sólo afectará a su estado, pero no a su temperatura. Es latente porque la energía aportada se acumula internamente en la materia, sin que podamos cuantificar la cantidad de energía que le falta por absorber o ceder para completar su cambio de estado.

EJEMPLO: Si tenemos una masa de agua que se encuentra a una temperatura de 100 °C y le aportamos energía, observaremos que la temperatura del agua no aumenta, se mantiene constante porque toda la energía aportada la utilizará para completar el cambio de estado de una parte de la masa de agua.

1.1.11 > CALOR TOTAL (ENTALPÍA)

Es la suma del calor sensible y el latente. Cuando hablamos de entalpía o calor total acumulado por una sustancia nos referimos tanto a la energía que robó para modificar su temperatura como a la energía que necesitó para cambiar de estado. Se mide en kilocalorías por kilogramo de la sustancia que analizamos. Para establecer una medida se toma un punto de esa sustancia como referencia y se compara con el momento objeto de nuestra prueba.

Se entiende que si tengo dos sustancias a distinta temperatura la que tiene mayor calor total es la que está más caliente, pero cuando el objeto de estudio está compuesto por varias sustancias y alguna de ellas ha modificado su estado necesitaremos saber qué cantidad de energía necesitó ese elemento para modificar su estado.

EJEMPLO: Tenemos dos volúmenes iguales e independientes de aire que se encuentran a una temperatura de 30°C. El volumen A está compuesto de aire seco y el volumen B está compuesto por aire que contiene 10 gramos de vapor de agua en suspensión. ¿Cuál de los dos tiene mayor entalpía?

Solución: Como los dos volúmenes tienen la misma temperatura tienen el mismo valor de calor sensible. Sin embargo el aire seco no tiene nada de energía latente, mientras que el aire húmedo necesitó para evaporar el agua que tienen contenida ambos volúmenes en estado vapor, una cantidad de energía de 540 cal x 10 gramos (Calor latente de evaporación). Como resultado obtendríamos que el volumen B tiene una entalpía de 5400 cal mayor que el volumen A.

Una aplicación muy extendida en la que se tienen en cuenta la entalpía son los controladores entálpicos de aire interior-exterior (también llamados free-cooling) que nos permiten un aprovechamiento óptimo de la energía exterior, no solamente fijándolos en la temperatura interior y exterior, sino teniendo en cuenta la entalpía total.

EJEMPLO: Un cine dotado de controlador entálpico en el que queremos tener una temperatura de 22°C, pero tenemos una temperatura en el local de 27°C con una HR del 60% y en el exterior hay una temperatura de 30 ° C con una HR del 30% . En este caso es más rentable económicamente coger el aire a 30 ° C de la calle que volver a utilizar el que sacamos del local aunque esté mas frío pues éste está cargado de agua y para condensarla hay que retirar al aire el calor latente de condensación de 540 calorías por gramo de agua contenida.

1.1.12 > ZONA DE CONFORT

Son unas condiciones dadas de temperatura y humedad relativa bajo las que se encuentran confortables la mayor parte de los seres humanos. Estas condiciones oscilan entre los 22° y los 27°C de temperatura y el 40 y 60% de humedad relativa.

1.2> ESTADOS DE LA MATERIA

1.2.1 > RELACIÓN TEMPERATURA Y ESTADO

La materia la podemos encontrar en los estados Sólido, Líquido o Gaseoso. Dentro de un mismo estado la materia se puede encontrar a distintas temperaturas dependiendo de la cantidad de energía que la materia haya absorbido a lo largo del tiempo.

El estado dependerá de la temperatura a la que se encuentre la materia y de la misma en cuestión. Cada materia tiene unas condiciones de temperatura para cada estado, es decir, no todas las sustancias a unas mismas condiciones de temperatura se encuentran en el mismo estado.

Para saber el estado en el que se encuentra una materia, si sabemos su temperatura, tenemos que consultar la tabla de características que se ha obtenido mediante pruebas en laboratorio.

EJEMPLO: El agua a una temperatura entre 0 y 100°C se encuentra en estado líquido, pero los metales a esas temperaturas están en estado sólido y solamente por encima de 1000 a 1500°C se encuentran en estado líquido.

1.2.2 > TRANSICIÓN DE ESTADOS

Las transiciones entre estados reciben los siguientes nombres:

Si absorben energía

Fusión
Evaporación o vaporización
Sublimación (Sólido a gas)

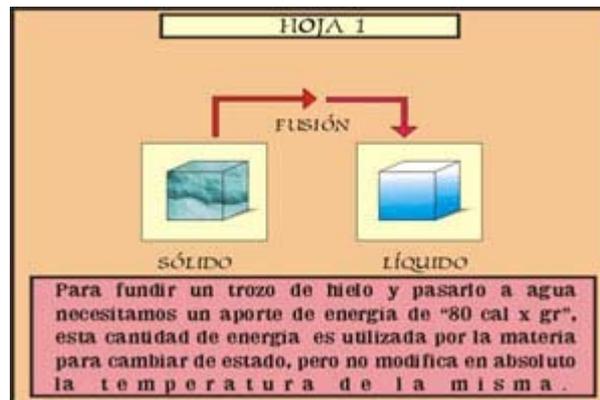
Si cede energía

Solidificación
Condensación
Sublimación (Gas a sólido)

1.2.2.1> Fusión

Es el paso de una materia de estado sólido a estado líquido. Cada materia se funde a una temperatura que se conoce como temperatura de fusión. Ésta no variará mientras dure el cambio de estado. Si queda algo de materia en estado sólido, la temperatura a la que se está fundiendo la materia se mantiene constante.

EJEMPLO: Tenemos un vaso de refresco con varios hielos, la temperatura del refresco se mantendrá constante a 0°C mientras quede un trozo de hielo.

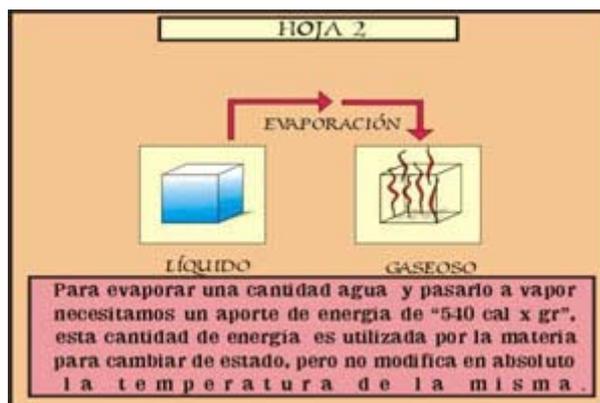


Temperaturas y calores de fusión de otras sustancias		
Nombre de la sustancia	Temperatura de fusión (°C)	Calor latente de fusión (cal/g)
Agua	0	80
Aluminio	657	77
Cobre	1083	42
Hierro	1540	48
Plomo	327	5,5

1.2.2.2> Evaporación o Vaporización

Es el paso de una materia de estado líquido a estado gaseoso. Esta temperatura se mantendrá constante mientras algo de líquido se mantenga en estado líquido. Para este proceso se necesita una gran cantidad de energía. Este es el principio de funcionamiento en el que se basan todas las máquinas de producción de frío para climatización.

EJEMPLO: Cuando cocinamos los alimentos los podemos cocer en agua consiguiendo que no se quemen mientras quede agua pues la temperatura nunca subirá de 100 °C (temperatura de evaporación del agua) pero si los cocinamos con aceite se pueden quemar puesto que tiene un punto de evaporación mucho más alto de 100 °C.



Temperaturas y calor de vaporización de otras sustancias		
Nombre de la sustancia	Temperatura de fusión (°C)	Calor latente de fusión (cal/g)
Agua	100	539
Alcohol	78,5	208
Éter	35	91
Mercurio	360	68

1.2.2.3> Sublimación (sólido o gas)

Es el paso de una materia de estado sólido a estado gaseoso directamente sin el paso intermedio de líquido. Son muy pocas las sustancias que tienen este comportamiento.

EJEMPLO: Una sustancia que tiene este comportamiento es la naftalina que pasa directamente de estado sólido a estado gaseoso. Se utiliza para evitar las polillas en los armarios con ropa pues al no tener fase líquida nunca producen manchas en la ropa.

1.2.2.4> Solidificación

Es el paso de una materia líquida a estado sólido. Requiere ceder energía.

EJEMPLO: Cuando solidificamos agua convirtiéndola en hielo tenemos que retirar energía del agua para reducir la energía que tenían acumuladas las moléculas de agua en estado líquido.

1.2.2.5> Condensación

Es el paso de una materia de estado gaseoso a estado líquido. Requiere ceder una enorme cantidad de energía. En este principio se basan las máquinas de climatización que generan calor mediante el sistema de bomba de calor que veremos más adelante.

EJEMPLO: cuando tenemos vapor de agua en un recinto si introducimos un elemento frío, por ejemplo un trozo de espejo, éste se empaña porque en su superficie fría se han condensado gotas de agua que estaban en estado de vapor.

1.2.2.6> Sublimación (de gas a sólido)

El agua es el elemento más común y su ciclo es el más conocido por todos. A continuación se indican los calores latentes que son necesarios para cada uno de los cambios de estado.



Una vez conocidos los valores de calores latente y sensible estamos en disposición de realizar valoraciones completas de necesidad energética para el cambio de una masa de agua sin importar el estado en el que se encuentre. Como punto de partida las fórmulas necesarias son dos:

Cantidad de calor sensible " $Q_s = M \times C_e \times \Delta t$ "

M = Masa que queremos aumentar de temperatura en gramos.

C_e = Calor específico (Valor de calor sensible para ese estado del material)

Δt = Incremento de temperatura ($t^2 - t^1$) en °C

Cantidad de calor latente " $Q_l = M \times C_l$ "

M = Masa que queremos cambiar de estado en gramos.

C_l = Calor latente (Valor de calor latente para ese cambio de estado del material)

EJEMPLO: tenemos 1000 gr. de hielo a -50°C y queremos convertirlo en agua a 50°C. Los pasos a seguir serán cuatro. Es recomendable hacer siempre la gráfica de los sucesivos cambios de estado, pues siempre se nos puede olvidar alguno. Los valores de C_l (Calor latente) y C_s (Calor sensible) están en la tabla resumen.

1. $Q_s = 1000 \text{ gr.} \times 0.5(C_s) \times 50$ (Incremento de -50 a 0) = 25000 cal (Energía para calentar el Hielo)

2. $Q_l = 1000 \text{ gr.} \times 80(C_l)$ (valor de calor latente de Fusión) = 80000 cal (Energía para fundir el hielo)

3. $Q_s = 1000 \text{ gr.} \times 1(C_s) \times 50$ (Incremento de 0 a 50) = 50000 cal (Energía para calentar el agua)

4. $Q_{\text{total}} = Q_s$ (calentar el hielo) + Q_l (fundir el hielo) + Q_s (calentar el agua)

$Q_{\text{total}} = 25000 \text{ cal} + 80000 + 50000 = 155000 \text{ cal}$ (serán necesarias para convertirlo)

1.2.3 > CICLO DEL AGUA

El agua es el elemento más común y su ciclo es el más conocido por todos. A continuación se indican los calores latentes que son necesarios para cada uno de los cambios de estado.

TABLA RESUMEN SENSIBLE Y LATENTE	
POR ABSORCIÓN DE ENERGÍA	
CALOR SENSIBLES	
Hielo	0.5 Caloría x gramo x °C
Agua	1 Caloría x gramo x °C
Vapor	0.47 Caloría x gramo x °C
CALOR LATENTES	
Fusión	80 Caloría x gramo
Evaporación	540 Caloría x gramo
POR CESIÓN DE ENERGÍA	
Los mismos valores pero negativos	

Una vez conocidos los valores de calores latente y sensible estamos en disposición de realizar valoraciones completas de necesidad energética para el cambio de una masa de agua sin importar el estado en el que se encuentre. Como punto de partida las fórmulas necesarias son dos:

Cantidad de calor sensible " $Q_s = M \times C_e \times \Delta t$ "

M = Masa que queremos aumentar de temperatura en gramos.

C_e = Calor específico (Valor de calor sensible para ese estado del material)

Δt = Incremento de temperatura ($t^2 - t^1$) en °C

Cantidad de calor latente " $Q_l = M \times C_l$ "

M = Masa que queremos cambiar de estado en gramos.

C_l = Calor latente (Valor de calor latente para ese cambio de estado del material)

EJEMPLO: tenemos 1000 gr. de hielo a -50°C y queremos convertirlo en agua a 50°C. Los pasos a seguir serán cuatro. Es recomendable hacer siempre la gráfica de los sucesivos cambios de estado, pues siempre se nos puede olvidar alguno. Los valores de C_l (Calor latente) y C_s (Calor sensible) están en la tabla resumen.

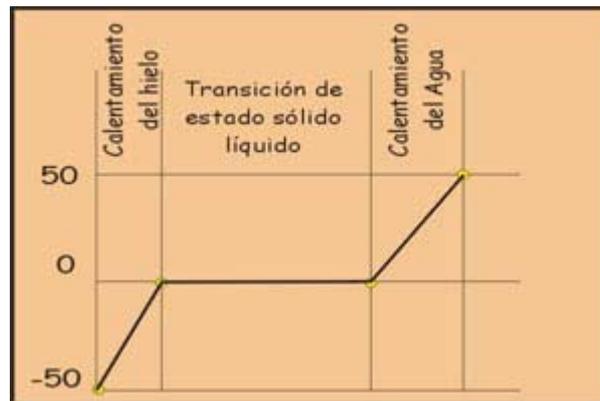
1. $Q_s = 1000 \text{ gr.} \times 0.5(C_s) \times 50$ (Incremento de -50 a 0)= 25000 cal (Energía para calentar el Hielo)

2. $Q_l = 1000 \text{ gr.} \times 80(C_l)$ (valor de calor latente de Fusión)= 80000 cal (Energía para fundir el hielo)

3. $Q_s = 1000 \text{ gr.} \times 1(C_s) \times 50$ (Incremento de 0 a 50)= 50000 cal (Energía para calentar el agua)

4. $Q_{\text{total}} = Q_s$ (calentar el hielo)+ Q_l (fundir el hielo)+ Q_s (calentar el agua)

$$Q_{\text{total}} = 25000 \text{ cal} + 80000 + 50000 = 155000 \text{ cal} \text{ (serán necesarias para convertirlo)}$$



1.3 > HUMEDAD RELATIVA Y ABSOLUTA

1.3.1 > INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de humedad en climatización siempre nos estaremos refiriendo a la cantidad de partículas de agua que se encuentran en suspensión en el aire. Pero este concepto deja de ser tan sencillo cuando intervienen los cambios de temperatura (función principal de la climatización) que tienen una relación directa con dos conceptos: el de temperatura y el de humedad.

1.3.2 > AIRE

Masa compuesta por diversos gases en cantidad variable, siendo sus principales componentes y proporción los que se indican a continuación:

Composición del aire	
Nitrógeno	78%
Oxígeno	20%
Otros gases	2%

1.3.3 > HUMEDAD

Es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire en un momento determinado.

1.3.4 > HUMEDAD ABSOLUTA

Es la cantidad de agua en peso que tenemos en un volumen de aire expresada en gramos por kilogramo de aire seco o en gramos por metro cúbico de aire.

EJEMPLO: Si tenemos un volumen de aire seco de 1m^3 (imaginemos una urna de cristal que cada uno de sus lados mide un metro) e introducimos 10 gramos de agua en su interior (el

agua la vaporizamos con un pulverizador de los usados para las plantas), el volumen de aire absorberá esa cantidad de agua quedando un aire más húmedo. En este ejemplo el valor de humedad absoluta sería 10 gramos x m³.

1.3.5 > HUMEDAD RELATIVA

Cualquier masa de aire es capaz de absorber una cierta cantidad de agua en suspensión. La cantidad máxima que puede mantener dependerá de la temperatura de la masa de aire.

La humedad relativa nos indica la relación entre la cantidad de agua en suspensión que tiene un volumen de aire y la cantidad máxima de vapor de agua en suspensión que podría llegar a tener ese volumen de aire para el valor de temperatura al que se encuentra.

EJEMPLO: Tenemos 1 m³ de aire que debido a su temperatura podría mantener en suspensión 20 gramos de vapor de agua pero solamente mantiene 10 gramos de vapor de agua. Esto nos indica que nuestro aire está a la mitad de su capacidad, es decir, que tenemos un 50% de humedad relativa.

En la práctica para obtener los valores de Humedad Relativa (HR) aplicamos cualquiera de estas dos fórmulas porque aunque sean nombres distintos el concepto es el mismo:

$$HR = (\text{Presión vapor} / \text{Presión saturación}) * 100$$

$$HR = (\text{Humedad absoluta} / \text{Valor de saturación}) * 100$$

El valor que obtendremos lo multiplicamos por cien para dar los valores en tanto por cien y no en tanto por uno como sale directamente de la aplicación de la fórmula. No obstante sería un valor perfectamente válido, pero que nunca se utiliza, pues la humedad relativa estamos acostumbrados a expresarla en tanto por ciento.

EJERCICIO 1: Tenemos una masa de aire que tiene las siguientes características, humedad absoluta 50 gramos agua y valor de saturación 100 gramos. Hay que obtener la Humedad Relativa.

$$HR = (\text{Habs}/\text{Vs}) * 100 \Rightarrow 50/100 * 100 \Rightarrow 0.5 * 100 = 50 \% \text{ de HR}$$

EJERCICIO 2: Tenemos una masa de aire que tiene las siguientes características, humedad absoluta 12 gramos vapor de agua y valor de saturación 17.3 gramos de vapor de agua. Hay que obtener la Humedad Relativa

$$HR = (\text{Habs}/\text{Vs}) * 100 \Rightarrow 12/17.3 * 100 \Rightarrow 0.694 * 100 = 69.4 \% \text{ de HR}$$

1.3.6 > OBTENCIÓN DE CONTENIDO DE AGUA

Otro tipo de ejercicio que tiene cierta utilidad sobre todo cuando queremos eliminar la humedad de un ambiente es hacer el cálculo inverso que consiste en obtener la cantidad de agua que tiene una masa de aire midiendo su humedad relativa y su temperatura para eliminarla mediante un equipo apropiado de deshumectación.

Despejando de la fórmula anterior de la humedad relativa obtenemos que:

Humedad Absoluta = Humedad Relativa (en tanto por uno) * Valor saturación

Es importante tener presente que si nos dan el valor de humedad relativa en tanto por cien, debemos dividirlo entre 100 para introducirlo en la fórmula en tanto por uno.

EJERCICIO 3: Tenemos en un local de 30m³ una humedad relativa del 50 % y un valor de saturación de 100 gramos de agua por m³ de aire, obtenido a partir de su temperatura. Hay que obtener la cantidad de agua presente en todo el local.

$$\text{Habs} = \text{HR} * \text{Vs} \Rightarrow (50/100) \text{ para pasarlo a tanto por uno} * 100 \text{ gramos} \Rightarrow 0.5 * 100 = 50 \text{ gramos de agua por m}^3.$$

Como tenemos 30m³ de volumen * 50 gramos = 1500 gramos de agua tendremos que quitar para secar el aire.

1.3.7 > APRECIACIÓN DE LA HUMEDAD

Las personas solamente somos sensibles a las humedades relativas, no siendo capaces de detectar variaciones en las humedades absolutas.

1.4 > PRESIÓN

1.4.0 > INTRODUCCIÓN Y MANÓMETRO

1.4.0.1 > Introducción

La presión nos indica qué cantidad de fuerza se está ejerciendo sobre un cuerpo por unidad de superficie del propio cuerpo. Nosotros nos centraremos en los fluidos, tanto líquidos como gaseosos. Éstos son elementos que carecen de forma y producen presión en el recinto que los contiene dirigiéndose en todas direcciones, debido a que sus moléculas tratan de extenderse lo máximo posible. Si los encerramos en un recinto pequeño ejercerán una fuerza para intentar salir del recinto que los contiene. A esta fuerza la llamaremos presión. Hay que tener presentes dos principios básicos:

1. Si tenemos una presión en un recipiente y aumentamos la cantidad de sustancia dentro de éste, se produce un aumento de presión que se transmite por igual a todas las paredes que forman el recipiente de contención.
2. Si producimos un aumento de presión ésta se transmite inmediatamente a todo el recipiente por igual.

EJEMPLO: Si tenemos una rueda gigante de un camión que tiene una presión interna de 3 kg/cm² y con una bomba de bicicleta introducimos más aire dentro de ésta, el aumento de presión se transmite de forma inmediata y uniforme a todo el interior de la rueda.

1.4.0.2> Manómetro

Son los elementos utilizados para medir la presión en los circuitos hidráulicos y frigoríficos. Los manómetros más utilizados son los mecánicos que consisten en una escala graduada en la que una flecha nos indica un valor de presión Su funcionamiento mecánico consiste en una pequeña espiral que por efecto de la presión se desenrolla. El ejemplo más parecido es un matasuegras de los utilizados en las fiestas que cuando soplamos se desenrolla, enrollándose de nuevo cuando dejamos de generar presión con nuestro soplido. Actualmente se utilizan algunos manómetros digitales aunque su presencia es simbólica.

1.4.1 > CÁLCULO DE PRESIONES

La fórmula que utilizamos para obtener la presión que soporta un cuerpo es la siguiente:

$$(P=F/S)$$

P=Presión. F=Fuerza. S=Superficie

EJEMPLO 1: Si apoyamos sobre un palo de un centímetro cuadrado un paquete que contiene una sustancia que pesa un kilo, la presión que está soportando el palo es de un kilo por centímetro cuadrado. Esta presión la obtenemos de dividir el peso que aguanta entre la superficie. Se obtiene el siguiente resultado:

$$P = 1 \text{ kg} / 1 \text{ cm}^2 = 1 \text{ kg/cm}^2 \text{ (un kilogramo por centímetro cuadrado)}$$

EJEMPLO 2: Si ahora apoyamos sobre un palo de 4 cm² un paquete que contiene una sustancia que pesa 8 kilos, la presión que esta soportando cada centímetro cuadrado del palo es igual a dividir el peso total entre la superficie. Se obtiene el siguiente resultado:

$$P = 8 \text{ kg} / 4 \text{ cm}^2 = 2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (dos kilogramos por centímetro cuadrado)}$$

1.4.2 > UNIDADES DE MEDIDA

La unidad más utilizada para indicar la presión es kg/cm², aunque tenemos otros tipos de unidades que también son válidos y que además se pueden convertir entre sí.

Las unidades de presión que podemos encontrarnos son las siguientes:

1.4.2.1> Metros de columna de agua

Un metro de columna de agua equivale a 0.1 kg/cm². Esto es debido a que la presión que ejerce un metro de agua sobre un cuerpo que esté debajo es igual a 100g/cm². Estas unidades se utilizan cuando queremos saber la presión que tenemos debida a la altura de edificios.

EJEMPLO 1: Si estamos buceando a una profundidad de 10 metros el agua que tenemos encima de nuestra cabeza está ejerciendo una presión sobre la misma de 1 kg.

EJEMPLO 2: Un edificio de 10 metros (columna de agua) de altura. Las tuberías que llevan el agua al último piso soportan en la base una presión de 1 kg/cm².

1.4.2.2> Atmósferas

Todos nosotros estamos sometidos al peso que supone tener encima de nosotros la atmósfera. Por lo tanto una atmósfera es la presión que todos soportamos continuamente, una atmósfera es una presión equivalente a 1 kg/cm^2 (aproximadamente porque realmente sería 1,033 atmósferas = 1 kg/cm^2).

1.4.2.3> Bares

Se utilizan de igual forma que el kg/cm^2 puesto que son completamente equivalentes. Son igual 10 bares de presión que 10 kg/cm^2 . Los bares son muy utilizados en meteorología. Los anticiclones o borrascas se generan por diferencias de presión en la atmósfera, pero como éstas son muy pequeñas se utilizan milibares. (1000 milibares es igual a un 1 bar).

1.4.2.4> Libras/pulgadas o psi

Es una medida inglesa que durante mucho tiempo fue la única unidad de medida utilizada para refrigeración, pero que hoy en día está en desuso por no pertenecer al sistema internacional. Deberíamos de acostumbrarnos a no usarla, pues tienen que ser los ingleses quienes empiecen a utilizar nuestras unidades de medida internacionales en breve. Desgraciadamente todavía encontramos muchos equipos con manómetros en estas escalas. Su equivalencia es:

$$1 \text{ psi} = 1 \text{ libra/pulgada cuadrada y } 1 \text{ psi} = 0.07 \text{ kg/cm}^2$$

1.4.2.5> Pascal o Newton/m²

Aunque son medidas que pertenecen al sistema internacional, no se utilizan por ser demasiado pequeñas, haciendo difícil su utilización cotidiana y obligando a trabajar con demasiados dígitos.

1.4.3 > PRESIÓN RELATIVA Y ABSOLUTA

Para simplificar la explicación pondremos como ejemplo una botella vacía que tapamos con un corcho. La presión del interior de la botella sería de 1 atm. pues antes de cerrarla estaba soportando la presión de nuestra atmósfera (igual ocurre con nosotros y con todos los elementos que están sobre la tierra) pero si nosotros llevamos esta misma botella a la luna y quitamos el corcho, sonara como si abriéramos una botella de refresco pues ésta tenía en su interior una presión de 1 kg/cm^2 y la hemos abierto en la luna, donde la presión atmosférica es nula. Cuando leemos la presión en un manómetro convencional éste nos indica antes de conectarlo 0 bares aunque nosotros sabemos que realmente debería de marcar una atmósfera. Este hecho es debido a que la medición que hacen es de presiones relativas que son aquellas en las que se despreja la presión ejercida por la atmósfera. Si no lo quisiéramos así deberíamos de especificar que queremos un manómetro que mida presiones absolutas, que son aquellos que no desprecian la presión de la atmósfera. Normalmente utilizamos las presiones relativas.

Resumen
Presión relativa o manométrica = presión absoluta - presión atmosférica.
Presión absoluta = presión manométrica + presión atmosférica.
Presión atmosférica. = 1,033 atm

1.4.4 > INFLUENCIA DE LA PRESIÓN

Las condiciones de presión influyen en los cambios de estado. Cuando no se indica nada quiere decir que las condiciones de presión son condiciones estándar que corresponden con una presión de una atmósfera (a nivel del mar), que normalmente tenemos encima de nosotros (en lo alto de una montaña no sería válido). Por interés nuestro estas condiciones se pueden modificar siempre teniendo presente estas bases:

Si bajamos la presión es más fácil que consigamos cambiar de estado.
Si subimos la presión es más difícil que consigamos cambiar de estado.

1.4.4.1> Si bajamos la presión

El agua como elemento conocido sabemos que hierve a una temperatura de 100°C si nos encontramos a una altura cero (nivel del mar). Una forma de bajar la presión es eliminar parte de la atmósfera que nos cubre de encima del agua que queremos hervir. Lo conseguiríamos si subimos a lo alto de una montaña de 3000 metros donde el agua puede hervir a una temperatura de 89°C puesto que hemos quitado 3000 metros de la atmósfera que normalmente tenemos encima de nosotros. Este principio lo utilizaremos más adelante cuando queramos evaporar fluidos a bajas temperaturas.

Presión en Atmósferas	Temperatura en °C
0.2	60
0.4	75
0.6	86
0.8	93
1	100

1.4.4.2> Si subimos la presión

Este principio lo utilizan las nuevas ollas rápidas que son envases herméticos que mediante una pesa consiguen que los alimentos estén sometidos a una presión de varias atmósferas. Con ello se consigue aumentar la presión y retrasar el punto de ebullición del agua a mucho más de 100°C sometiendo a los alimentos a temperaturas de más de 100°C en menos tiempo. Por ejemplo, si la presión alcanzada es de 10 bares el agua hierve a una temperatura de más de 180 °C.

Válvula de saturación: Mantiene constante la presión dentro de la olla. Antiguamente era una pequeña pesa calibrada, que liberaba constantemente parte del vapor generado en la cocción.

Válvula de seguridad: Elemento de seguridad que evita que si falla la válvula de saturación la olla aumente en exceso su presión pudiendo llegar a reventar.

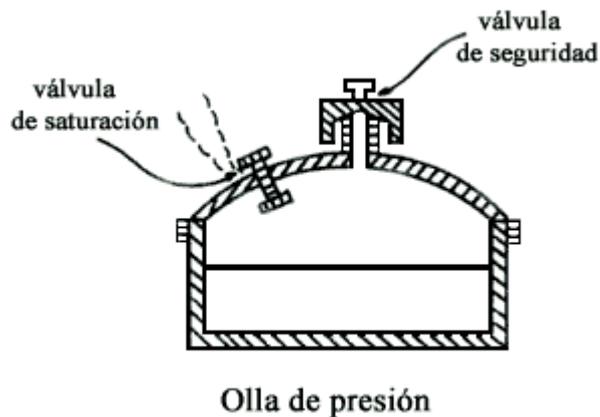


Tabla de puntos de ebullición del agua subiendo su presión	
Presión en Atmósferas	Temperatura en °C
1	100
2	120
4	143
6	158
8	170
10	179

1.5 > VALOR DE SATURACIÓN DEL AIRE

1.5.1 > SATURACIÓN DEL AIRE

Decimos que una masa de aire está saturada cuando no puede mantener en suspensión más cantidad de agua. La saturación se produce cuando la presión de vapor (presión producida por el peso de las gotitas de vapor que son absorbidas por una masa de aire) llega al valor de presión de saturación (valor de presión máximo producido por el peso de las gotitas de agua disueltas en el aire).

1.5.2 > INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

La cantidad máxima de agua en suspensión que puede soportar un volumen de aire depende principalmente de su temperatura. Para poder saber el valor máximo necesitamos una tabla de saturación de aire. Cualquier otro gas necesita su propia tabla de características de saturación, pues cada gas o mezcla de ellos tienen unos valores diferentes.

La temperatura del aire afecta de forma directamente proporcional a su capacidad para poder absorber moléculas de agua.

EJEMPLO 1: Un ejemplo que nos puede servir para recordar la influencia de la temperatura en el valor de saturación del aire, es el de un malabarista con pelotas de ping pong. Cuando tiene los músculos fríos solamente es capaz de mantener 3 pelotas en el aire pero cuando tiene los músculos calientes es capaz de mantener muchas pelotas a la vez. Sin embargo, si a nuestro personaje del ejemplo le enfiamos los músculos cuando tiene muchas pelotas en el aire la consecuencia será que se le caerán al suelo, puesto que no podrá mantenerlas todas en el aire.

El comportamiento que las partículas de aire tienen cuando están afectadas por la temperatura es similar al ejemplo anteriormente expuesto. Mientras más calientes están estas más chocan entre ellas no permitiendo que las gotas de agua se precipiten. Por el contrario cuando estas se enfrían sus choques disminuyen permitiendo que algunas gotas caigan al suelo.

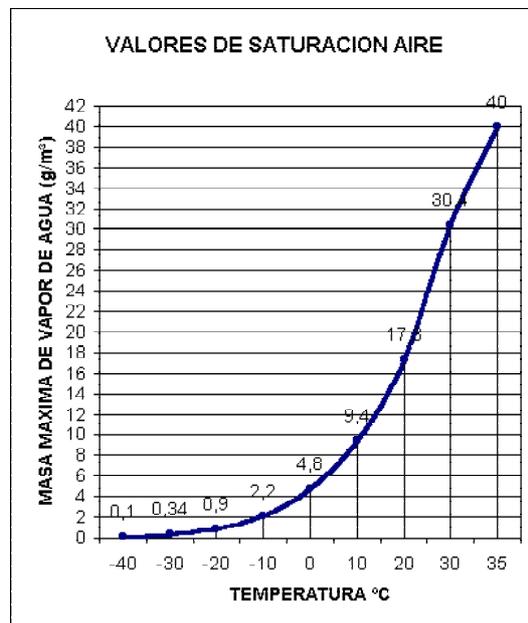
RESUMEN:

Cuanto más alta es la temperatura de una masa de aire más alta es la capacidad que tiene ésta de poder absorber agua en suspensión.

Cuanto más baja es la temperatura de una masa de aire más baja es su capacidad para poder absorber agua en suspensión.

1.5.3 > TABLA DE SATURACIÓN

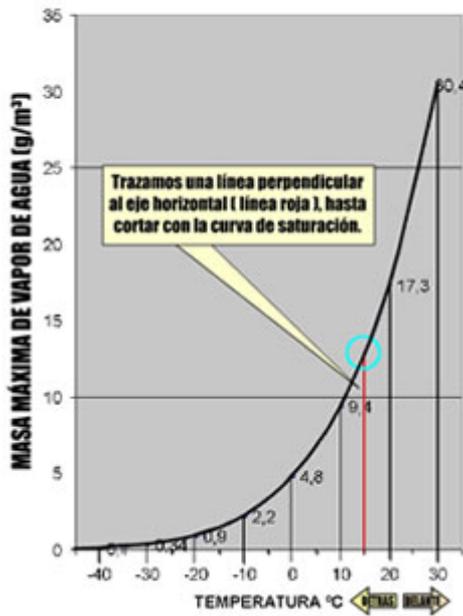
Es una tabla obtenida en laboratorio en la que se plasman los valores de saturación del aire a las distintas temperaturas del mismo. Observamos que cuando el aire se enfría la capacidad de mantener elementos en suspensión disminuye en gran medida y cuando se calienta la masa de aire el valor de saturación se hace muy grande.



1.5.4 > UTILIDADES DE LA TABLA DE SATURACIÓN

Ésta es una tabla de doble entrada donde, si conocemos un valor cualquiera de uno de los ejes, sólo tendremos que (de forma perpendicular desde el punto de referencia) trazar una perpendicular que corte a la tabla con las características del aire y obtendremos el otro valor.

VALORES DE SATURACIÓN DEL AIRE



VALORES DE SATURACIÓN DEL AIRE



VALORES DE SATURACIÓN DEL AIRE



1.5.4 > EJERCICIOS DE APLICACIÓN DE LA TABLA

Para simplificar la explicación pondremos como ejemplo una botella vacía que tapamos con un corcho. La presión del interior de la botella sería de 1 atm. pues antes de cerrarla estaba soportando la presión de nuestra atmósfera (igual ocurre con nosotros y con todos los elementos que están sobre la tierra) pero si nosotros llevamos esta misma botella a la luna y quitamos el corcho, sonara como si abriéramos una botella de refresco pues ésta tenía en su interior una presión de 1 kg/cm² y la hemos abierto en la luna, donde la presión atmosférica es nula. Cuando leemos la presión en un manómetro convencional éste nos indica antes de conectarlo 0 bares aunque nosotros sabemos que realmente debería de marcar una atmósfera. Este hecho es debido a que la medición que hacen es de presiones relativas que son aquellas

en las que se desprecia la presión ejercida por la atmósfera. Si no lo quisiéramos así deberíamos de especificar que queremos un manómetro que mida presiones absolutas, que son aquellos que no desprecian la presión de la atmósfera. Normalmente utilizamos las presiones relativas.

EJERCICIO 1: Tenemos una masa de aire que tiene un humedad absoluta de 10 gramos vapor de agua y una temperatura de 5°C. Obtén la Humedad Relativa.

Este ejercicio se complica un poco, pues necesitamos conocer el valor de saturación para la temperatura de 5°C. Para ello tenemos que hacer uso de la tabla de saturación del aire. Con el valor de 5°C nos colocamos en el eje horizontal y trazamos una perpendicular hasta que corte la curva característica, que en este caso nos daría un valor aproximado de 7 gramos*m³

Estos datos los aplicamos a la fórmula y obtendríamos:

$$HR = \text{Habs}/\text{Vs} * 100 \Rightarrow 10 / 7 * 100 \Rightarrow 1.42 * 100 = 142\%$$

Vemos que el valor es superior al 100 %. Esto nos indica que hemos partido de algún dato erróneo, pues nunca podemos tener un valor superior al 100 % ya que el aire, si se satura porque hemos sobrepasado su Vs, (valor de saturación) no podría mantener el agua en suspensión y lo que haría sería desprenderse del exceso de humedad dejándola caer al suelo.

EJERCICIO 2: Tenemos una masa de aire que tiene una humedad absoluta de 2.4 gramos*m³ y una temperatura de 0°C. Obtén la Humedad Relativa.

El valor obtenido en la tabla de saturación para 0°C = 4.8 gr.*m³

$$HR = \text{Habs}/\text{Vs} * 100 \Rightarrow 2.4/4.8 * 100 = 50\%$$

EJERCICIO 3: A 20°C indica la cantidad de agua que puede mantener 1m³ de aire en suspensión.

Realmente nos está preguntando por el valor de saturación a 20° C.

EJERCICIO 4: ¿A qué temperatura puede bajar 1m³ de aire sin que se produzca saturación del aire con la consiguiente precipitación de gotas de agua sobre el suelo, si tengo una humedad absoluta de 20 gr. de agua en el m³ de estudio?.

Realmente nos está preguntando por la temperatura para el valor de saturación de 20 gr. Buscamos este valor en el eje vertical de la tabla y trazamos una perpendicular hasta que corte la curva característica y desde ese punto bajamos una línea perpendicular al eje horizontal obteniendo el valor de temperatura que en este ejemplo corresponde aproximadamente a 23°C.

1.5.4 > EJERCICIOS DE RAZONAMIENTO SOBRE HUMEDADES

La finalidad de estos razonamientos es afianzar los conocimientos adquiridos con ejemplos de la vida cotidiana que no hemos podido explicar nunca.

Comenzaremos explicando fenómenos naturales que son debidos a estos principios:

Niebla. La niebla es un fenómeno que se suele dar con bastante frecuencia y especialmente en invierno.

Uno de los lugares ideales para la formación de niebla es la vega de los ríos. Éstos siempre tienden a evaporar parte de la película superficial del cauce, especialmente en las horas centrales del día cuando el sol calienta incluso en invierno.

Si partimos de una temperatura en la vega del río de 18°C en la hora del mediodía, la humedad absoluta que tomaremos como valor será de 12 gramos de agua. Esto supone una humedad relativa del 50%. Pero, al igual que vimos en el ejemplo del malabarista, por la noche y de madrugada la temperatura baja a 0°C siendo la humedad absoluta la misma pero no su valor de saturación que a 0°C está muy por debajo de los 20 gramos de valor de saturación. Esto provoca que el aire empiece a deshacerse del agua sobrante. A este fenómeno lo conocemos como niebla. Otra gran pregunta que nos planteamos es, ¿por qué este momento dura tanto tiempo?. La respuesta está en que para que el agua llegue a condensarse desde el estado de vapor en el que se encontraba necesita ir cediendo energía, desapareciendo la niebla cuando el valor de saturación se coloca por encima de la humedad absoluta que tengamos en el aire. Este efecto no es exclusivo de vegas también se puede dar en cualquier otra zona siempre y cuando tengamos bruscos cambios de temperatura.

Rocío y escarcha. El rocío puede producirse en dos condiciones distintas. La primera se origina después de haber aparecido la niebla cuando ésta ha eliminado el exceso de humedad dejándola caer al suelo.

En el segundo caso se origina cuando la zona no tiene bastante de vapor de agua para producir niebla pero la saturación del aire es suficiente para provocar la condensación en las hojas y el suelo.

Cuando observamos escarcha es porque después de condensarse el agua las fuertes bajadas térmicas que se producen especialmente por la noche congelaron el rocío.

Vaho al respirar en invierno. Los seres vivos cuando expulsamos el aire de la respiración lo exhalamos más caliente, aproximadamente a 36 grados y cargado de humedad.

El ambiente exterior está muy frío y cuando el aire caliente y húmedo se encuentra con el exterior bruscamente baja su temperatura, lo que provoca que la humedad contenida se condense formando el vaho de manera brusca.

Las gotas de agua formadas desaparecen de inmediato absorbidas por el aire exterior, no llegando a caer al suelo.

Condensación en los vasos fríos. Todos hemos visto que los vasos de líquido cuando contienen fluidos fríos tardan poco tiempo en cubrir su exterior con pequeñas gotas de agua. Para imaginarnos lo que ocurre tenemos que acercarnos mucho al vaso como vemos en la figura. Alrededor del vaso se crea una zona fría y el aire en contacto con el vaso baja tanto su temperatura que el valor de saturación disminuye obligando al aire circundante al vaso a que se desprendan de parte de su humedad. El valor de saturación ha sido sobrepasado.

Empañado del espejo del baño. Cuando nos damos una ducha caliente en el cuarto de baño y especialmente cuando las paredes de ésta se encuentran muy frías, primero el espejo y después los azulejos de las paredes se llenan de gotitas de agua. En este caso lo que ocurre es lo siguiente: tenemos una presencia muy abundante de agua en el aire del cuarto de baño, muy cercana incluso al valor de saturación del aire provocada por el agua que sale de la ducha y que en parte se evapora. Como los azulejos están fríos el aire circundante se enfría bruscamente bajando su temperatura. Sabemos que cuando la temperatura baja, el valor de saturación lo hace también, obligando al aire a desprenderse de parte del agua que tenía en suspensión quedando estas gotas pegadas a los azulejos y el espejo.

¿La calefacción reseca el aire? Alguna vez habremos visto unos pequeños tarros de porcelana que se acostumbra a colocar en los radiadores de las calefacciones domésticas con la intención de que el aire no se reseque. La pregunta es si verdaderamente el aire se reseca en invierno o no. La respuesta es que sí se reseca y la secuencia sería la siguiente: el aire de la calle en invierno está muy frío teniendo muy poca capacidad para mantener agua en suspensión (su valor de humedad absoluta es pequeño aunque la humedad relativa es alta por ser la temperatura exterior baja) y el aire de nuestra casa que lo estamos renovando continuamente tiene una cantidad de humedad aproximadamente igual a la que tiene el aire de

la calle, pero cuando conectamos la calefacción lo que estamos haciendo es subir la temperatura del local y aunque el valor de humedad absoluta que tenemos sigue siendo el mismo, nosotros sentimos sequedad porque la humedad relativa se ha visto modificada en gran medida.

Como vimos en los ejercicios, la humedad relativa baja siempre que calentamos aire (siempre y cuando mantengamos la misma cantidad de humedad absoluta). Recordemos que los seres humanos solamente somos sensibles a los valores de humedad relativa y no a los de humedad absoluta, que en el ejemplo anterior sigue siendo la misma.

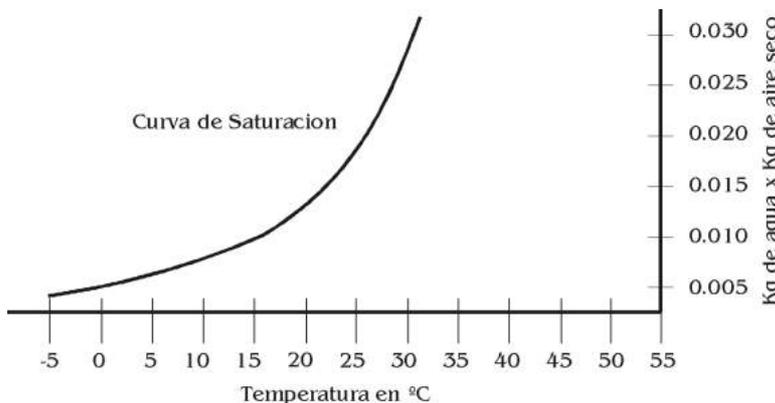
1.6 > DIAGRAMA SICROMÉTRICO

1.6.1 > INTRODUCCIÓN

El diagrama sicrométrico nos sirve para relacionar varios conceptos fundamentales en relación con el aire, como son: temperatura seca, temperatura húmeda, volumen a distintas temperaturas, humedad relativa, etc.

Ahora que ya sabemos manejar el diagrama de saturación, nos será muy fácil entender el diagrama sicrométrico, pues el diagrama de saturación que hemos utilizado es una simplificación del sicrométrico.

Aquí vemos el diagrama sicrométrico, únicamente es en la curva de saturación donde se aprecia que es prácticamente igual al diagrama de saturación del aire. Solamente cambia algo la forma, puesto que hemos cambiado el tipo de unidades utilizadas en cada eje.

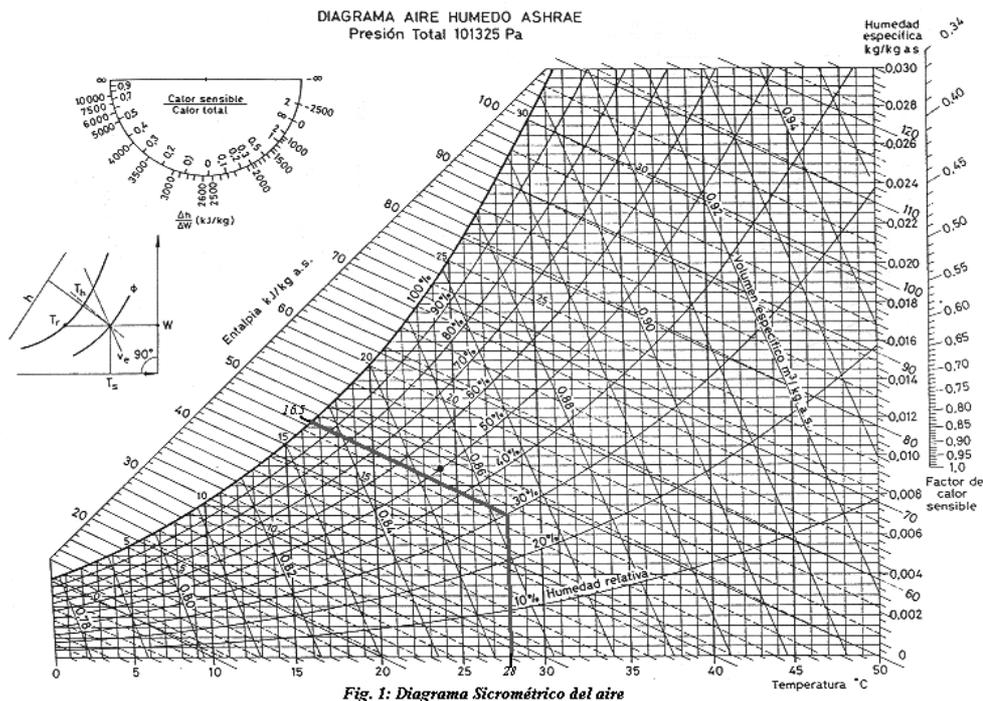


1.6.2 > DIAGRAMA SICROMÉTRICO COMPLETO

Aquí mostramos el diagrama sicrométrico completo. A este diagrama también se le denomina diagrama de aire húmedo y es válido para zonas que estén sometidas a una atmósfera de presión (nivel del mar). En otras zonas con diferentes alturas se darían pequeñas variaciones que no son significativas.

No es una de las finalidades de este curso profundizar por completo en este diagrama, pero sí es necesario que sepamos una serie de valores característicos del aire y que tengamos muy presente que en climatización es muy frecuente el uso de diagramas y ábacos.

Más adelante utilizaremos algún diagrama más complejo que no debería de causarnos ningún problema si hemos ido asimilando el uso de estos diagramas previos.



1.6.3 > FUNCIÓN DE LAS LÍNEAS DEL DIAGRAMA

Para facilitar la asimilación de contenidos vamos a basar las explicaciones del diagrama sobre dibujos reducidos que luego poco a poco iremos completando para conseguir seleccionar en la maraña de líneas del diagrama psicrométrico aquellas que nos sean de interés en cada momento.

1.6.3.1 > Temperatura seca

La lectura de temperatura seca corresponde con el eje horizontal y las líneas perpendiculares a éste. Éste es el valor más significativo porque suele ser el valor que más comúnmente conocemos, de los que componen las características de la masa de aire que queremos estudiar. Esto es debido a que su obtención es relativamente sencilla al poderse tomar con un termómetro convencional.

La temperatura seca es la temperatura leída en un termómetro ordinario agitado al aire libre y protegido de la radiación solar. Entendemos por protegido de la radiación solar cuando lo tenemos en zona de sombra. La lectura de esta temperatura se hace sobre la escala horizontal de la parte baja del diagrama y se expresa en grados centígrados °C. Cualquier valor que se encuentre en la misma línea vertical nos indica que el valor de temperatura es el mismo. Si tenemos una línea vertical todos los puntos contenidos en ella son valores de temperatura constantes. En ese caso decimos que esta línea es isotérmica (temperatura constante) vertical y nos indicaría que no hay variación térmica.

A las líneas que se mantienen a temperatura constante se las denomina isotérmicas.

1.6.3.2 > Cantidad de agua o humedad absoluta

La lectura de cantidad de agua contenida corresponde con el eje vertical y las líneas perpendiculares a éste. Éste es uno de los valores que más comúnmente nos interesa conocer pero su obtención siempre es mediante el ábaco psicrométrico, pues los medidores habituales