

# REPASO DE TERMODINÁMICA

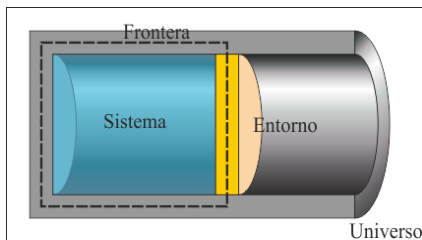
## DEFINICIÓN

La termodinámica se puede definir como la parte de la física que trata de las transformaciones de la energía y de las relaciones físicas de las sustancias afectadas por dichas transformaciones.

## SISTEMAS TERMODINÁMICOS

En termodinámica, un *sistema* es una región del espacio dentro de la cual existen diferentes componentes que interactúan entre sí, intercambiando energía y en ocasiones masa.

Un sistema posee una frontera que lo delimita. Esa frontera puede ser material (las paredes de un recipiente, por ejemplo) o imaginarias (una sección transversal de un tubo de escape abierto, por ejemplo).

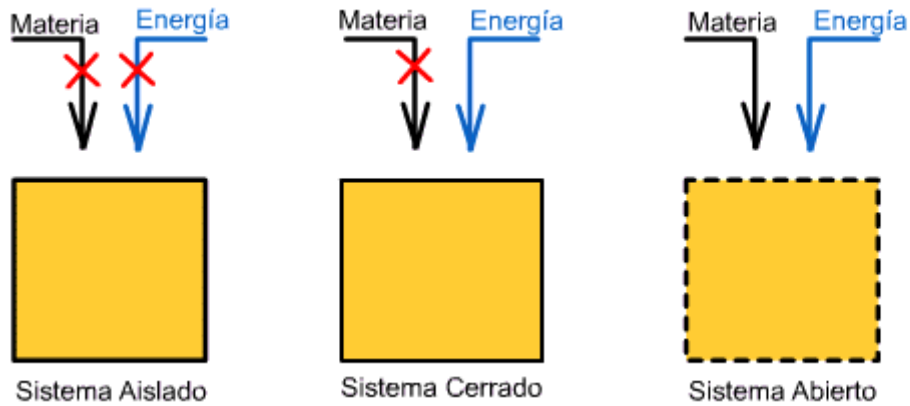


La zona del espacio que rodea al sistema y con la cuál éste interactúa mediante intercambios energéticos o materiales se denomina el *ambiente* o el *entorno*. El ambiente es la región desde la cual los observadores (que normalmente no forman parte del sistema) hacen las medidas acerca de éste e infieren sus propiedades. A diferencia del sistema, que evoluciona por su interacción con el ambiente, se suele considerar que el ambiente no se ve modificado por esta interacción. Un baño de agua en el que sumerge un cubito de hielo se supone a temperatura constante pese a la fusión del hielo. Si el ambiente estuviera evolucionando como consecuencia de la interacción, lo incluiríamos dentro del sistema y tomaríamos como ambiente una región más externa.

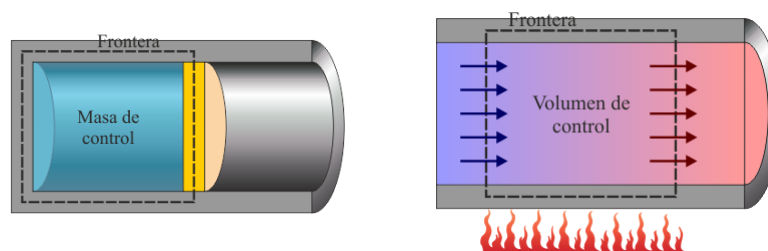
La frontera de un sistema puede ser:

- **Fija** (las paredes de un recipiente) o **móvil** (un émbolo o pistón de un motor de explosión).
- **Permeable a la masa** o impermeable a ella. En el primer caso se dice que tenemos un sistema **abierto** (p.ej. un motor en el que entra combustible por un lado y salen gases por otro) y en el segundo uno **cerrado** (p.ej. en el circuito de refrigeración de una nevera, el gas freón que circula por los tubos nunca sale al exterior).
- **Permeable al calor** o impermeable a él. Si al poner en contacto el sistema con el ambiente se produce una transferencia de energía debido a la diferencia de temperaturas, se dice que la frontera es **diaterma**. Si el calor no puede atravesar la frontera se dice que ésta es **adiabática**

De un sistema cerrado y rodeado por paredes adiabáticas fijas (en el que por tanto no puede entrar ni salir ni masa ni energía), se dice que está **aislado**.



En un sistema cerrado se suele estudiar lo que se denomina una *masa de control*, cuya evolución se sigue en el tiempo, aunque ocupe una región variable del espacio. El ejemplo arquetípico es el de un cilindro lleno de gas en el que existe un pistón móvil. El pistón puede comprimir o expandir el gas, cuyo volumen por tanto cambia. La masa de gas contenida en el cilindro, en cambio, permanece constante.



En un sistema abierto se estudia lo que se denomina un *volumen de control*, usualmente fijo. Se trata de una región del espacio en el interior de la cual está el sistema termodinámico de interés y cuyas paredes pueden ser atravesadas por masa que entra o sale. La frontera del volumen de control podrá tener partes materiales y partes puramente geométricas. Un ejemplo lo tenemos en un calentador de agua doméstico en el cual entra agua fría por un lado del calentador (atravesando una frontera geométrica) fluye por el interior de aparato (con paredes sólidas) y sale, calentada, por el otro extremo (otra frontera inmaterial). En sistemas abiertos son de especial interés los estados de régimen estacionario, en los cuales el fluido entra por un lado y sale por otro lo hace siempre al mismo ritmo, de manera que una “foto” del sistema produce siempre la misma imagen. Los sistemas en régimen estacionario son más sencillos de estudiar ya que tienen bastantes similitudes con los sistemas cerrados.

## VARIABLES TERMODINÁMICAS

La termodinámica caracteriza un estado de equilibrio mediante propiedades como volumen, presión, temperatura, composición.

Las propiedades termodinámicas pueden clasificarse en **intensivas y extensivas**. Son intensivas las que no dependen de la cantidad de materia del sistema (presión, temperatura, composición). Las extensivas dependen del tamaño del sistema (masa, volumen).

Cuando un sistema termodinámico se encuentra en un estado de equilibrio determinado, cada variable termodinámica tomará un valor concreto característico de ese estado de equilibrio. Si hacemos que el sistema evolucione hacia otro estado de equilibrio, las variables termodinámicas se modificarán.

## LA TEMPERATURA

La temperatura es una propiedad de la materia que está relacionada con la sensación de calor o frío que se siente en contacto con ella. Cuando tocamos un cuerpo que está a menos temperatura que el nuestro sentimos una sensación de frío, y al revés de calor. Sin embargo, aunque tengan una estrecha relación, no debemos confundir la temperatura con el calor.

Cuando dos cuerpos, que se encuentran a distinta temperatura, se ponen en contacto, se produce una transferencia de energía, en forma de calor, desde el cuerpo caliente al frío, esto ocurre hasta que las temperaturas de ambos cuerpos se igualan. En este sentido, la temperatura es un indicador de la dirección que toma la energía en su tránsito de unos cuerpos a otros.

### La medida

El instrumento utilizado habitualmente para medir la temperatura es el **termómetro**. Los termómetros de líquido encerrado en vidrio son los más populares; se basan en la propiedad que tiene el mercurio, y otras sustancias (alcohol coloreado, etc.), de dilatarse cuando aumenta la temperatura. El líquido se aloja en una burbuja -bulbo- conectada a un capilar (tubo muy fino). Cuando la temperatura aumenta, el líquido se expande por el capilar, así, pequeñas variaciones de su volumen resultan claramente visibles.

### Escalas

Actualmente se utilizan tres escalas para medir la temperatura: la escala **Celsius**, la **Fahrenheit** (se usa en los países anglosajones) y la escala **Kelvin** (de uso científico)

Nombre	Símbolo	Temperaturas de referencia	Equivalencia
Escala Celsius	°C	Puntos de congelación (0°C) y ebullición del agua (100°C)	
Escala Fahrenheit	°F	Punto de congelación de una mezcla anticongelante de agua y sal y temperatura del cuerpo humano.	°F = 1,8 °C + 32
Escala Kelvin	K	Cero absoluto (temperatura más baja posible) y punto triple del agua.	K = °C + 273

## LA ENERGÍA

La energía es la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo y producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos. Es decir, la energía es la capacidad de hacer funcionar las cosas. La unidad de medida que se utiliza para cuantificar la energía es el *Joule* (J).

La energía se manifiesta de diferentes maneras, recibiendo así diferentes denominaciones según las acciones y los cambios que puede provocar.

Encontramos los siguientes tipos de energía:

**Energía mecánica:** La energía mecánica relacionada con la posición y el movimiento del cuerpo, y que se divide en estas dos formas:

**Energía cinética**, que se manifiesta cuando los cuerpos se mueven. Es decir, es la energía asociada a la velocidad de cada cuerpo. Se calcula con la fórmula:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Donde m es la masa (Kg), v la velocidad (m/s) y  $E_c$  la energía cinética ( $J = Kg \cdot m^2 / s^2$ )

**Energía potencial**, que hace referencia a la posición que ocupa una masa en el espacio. Su fórmula es:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Donde m es la masa (Kg), g la gravedad de la Tierra ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ), h= la altura (m) y  $E_p$  la energía potencial ( $J = Kg \cdot m^2 / s^2$ ).

La energía mecánica es la suma de la energía cinética y la energía potencial de un cuerpo. Su fórmula es:

$$E_m = E_p + E_c$$

Donde  $E_m$  es la energía mecánica (J),  $E_p$  la energía potencial (J) y  $E_c$  la energía cinética (J).

**Energía interna:** Corresponde a la suma de las energías de todas sus partículas.

**Energía eléctrica:** La energía eléctrica está relacionada con la corriente eléctrica. Es decir, en un circuito en el que cada extremo tiene una diferencia de potencial diferente.

**Energía térmica:** Se asocia con la cantidad de energía que pasa de un cuerpo caliente a otro más frío manifestándose mediante el calor.

**Energía electromagnética:** Esta energía se atribuye a la presencia de un campo electromagnético. Las radiaciones que provoca el Sol son un ejemplo de ondas electromagnéticas que se manifiestan en forma de luz.

**Energía química:** La energía química se manifiesta en determinadas reacciones químicas.

**La energía nuclear:** Ésta se produce cuando los núcleos de los átomos se rompen (fisión) o se unen (fusión).

**Propiedades de la energía:** La energía tiene 4 propiedades básicas:

**Se transforma.** La energía no se crea, sino que se transforma, siendo durante esta transformación cuando se ponen de manifiesto las diferentes formas de energía.

**Se conserva.** Al final de cualquier proceso de transformación energética nunca puede haber más o menos energía que la que había al principio, siempre se mantiene. **La energía no se destruye.**

**Se transfiere.** La energía pasa de un cuerpo a otro en forma de calor, ondas o trabajo.

**Se degrada.** Solo una parte de la energía transformada es capaz de producir trabajo y la otra se pierde en forma de calor o ruido (vibraciones mecánicas no deseadas).

## TRABAJO

El trabajo es la cantidad de **energía transferida** de un sistema a otro mediante una fuerza cuando se produce un desplazamiento.

**Trabajo de flujo:** Se representa por  $W_{fl}$  y es la velocidad de trabajo realizada por el fluido en la salida del sistema menos la velocidad de trabajo realizada sobre el fluido en la entrada del sistema.

A una unidad de proceso ingresa y sale un volumen de un fluido a una presión. El fluido que entra al sistema experimenta trabajo realizado sobre él por el fluido que se encuentra justo detrás por lo tanto;

$$W_{entrada} = P_{entrada} * V_{entrada}$$

Mientras que el fluido de salida realiza el trabajo sobre el flujo anterior de tal manera que

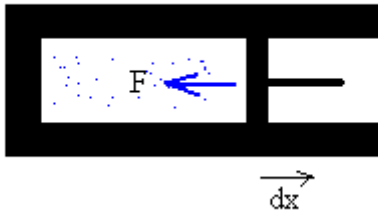
$$W_{salida} = P_{salida} * V_{salida}$$

Por lo tanto;

$$W_{fl} = P_{salida} * V_{salida} - P_{entrada} * V_{entrada}$$

Si existen varias corrientes de entrada y salida llegan y se van del sistema, los productos PV de cada una deberán sumarse para determinar  $W_{fl}$ .

**Trabajo de frontera:**



Consideremos, por ejemplo, un gas dentro de un cilindro. Las moléculas del gas chocan contra las paredes cambiando la dirección de su velocidad, o de su momento lineal. El efecto del gran número de colisiones que tienen lugar en la unidad de tiempo, se puede representar por una fuerza  $F$  que actúa sobre toda la superficie de la pared.

Si una de las paredes es un émbolo móvil de área  $A$  y éste se desplaza  $dx$ , el intercambio de energía del sistema con el exterior puede expresarse como el trabajo realizado por la fuerza  $F$  a lo largo del desplazamiento  $dx$ .

$$dW = Fdx = pAdx = pdV$$

Siendo  $dV$  el cambio del volumen del gas.

El trabajo total realizado cuando el sistema pasa del estado A cuyo volumen es  $V_A$  al estado B cuyo volumen es  $V_B$ ,

$$W = \int_{V_A}^{V_B} PdV$$

## El calor

El calor no es una nueva forma de energía, es el nombre dado a una transferencia de energía de tipo especial en el que intervienen gran número de partículas. Se denomina calor a la energía intercambiada entre un sistema y el medio que le rodea debido a los choques entre las moléculas del sistema y el exterior al mismo y siempre que no pueda expresarse macroscópicamente como producto de fuerza por desplazamiento.

Se debe distinguir también entre los conceptos de calor y energía interna de una sustancia. El flujo de calor es una transferencia de energía que se lleva a cabo como consecuencia de las diferencias de temperatura. La energía interna es la energía que tiene una sustancia debido a su temperatura, que es esencialmente a escala microscópica la energía cinética de sus moléculas.

El calor se considera positivo cuando fluye hacia el sistema, cuando incrementa su energía interna. El calor se considera negativo cuando fluye desde el sistema, por lo que disminuye su energía interna.

Cuando una sustancia incrementa su temperatura de  $T_A$  a  $T_B$ , el calor absorbido se obtiene multiplicando la masa (o el número de moles  $n$ ) por el calor específico  $c$  y por la diferencia de temperatura  $T_B - T_A$ .

$$Q = (n)(c)(T_B - T_A)$$

Cuando no hay intercambio de energía (en forma de calor) entre dos sistemas, decimos que están en equilibrio térmico. Las moléculas individuales pueden intercambiar energía, pero en promedio, la misma cantidad de energía fluye en ambas direcciones, no habiendo intercambio neto. Para que dos sistemas estén en equilibrio térmico deben estar a la misma temperatura.

## Primera ley de la Termodinámica

La primera ley no es otra cosa que el principio de conservación de la energía aplicado a un sistema de muchísimas partículas. A cada estado del sistema le corresponde una energía interna  $U$ . Cuando el sistema pasa del estado A al estado B, su energía interna cambia en

$$\Delta U = U_B - U_A$$

Supongamos que el sistema está en el estado A y realiza un trabajo  $W$ , expandiéndose. Dicho trabajo mecánico da lugar a un cambio (disminución) de la energía interna de sistema

$$\Delta U = -W$$

También podemos cambiar el estado del sistema poniéndolo en contacto térmico con otro sistema a diferente temperatura. Si fluye una cantidad de calor  $Q$  del segundo al primero, aumenta su energía interna en

$$\Delta U = Q$$

Si el sistema experimenta una transformación cíclica, el cambio en la energía interna es cero, ya que se parte del estado A y se regresa al mismo estado,  $\Delta U=0$ . Sin embargo, durante el ciclo el sistema ha efectuado un trabajo, que ha de ser proporcionado por los alrededores en forma de transferencia de calor, para preservar el principio de conservación de la energía,  $W=Q$ .

- Si la transformación no es cíclica  $\Delta U \neq 0$
- Si no se realiza trabajo mecánico  $\Delta U=Q$
- Si el sistema está aislado térmicamente  $\Delta U=-W$
- Si el sistema realiza trabajo,  $U$  disminuye
- Si se realiza trabajo sobre el sistema,  $U$  aumenta
- Si el sistema absorbe calor al ponerlo en contacto térmico con un foco a temperatura superior,  $U$  aumenta.
- Si el sistema cede calor al ponerlo en contacto térmico con un foco a una temperatura inferior,  $U$  disminuye.

Todos estos casos, los podemos resumir en una única ecuación que describe la conservación de la energía del sistema.

$$\Delta U = Q - W$$

Si el estado inicial y final están muy próximos entre sí, el primer principio se escribe

$$dU = dQ - pdV$$

Otra forma muy usual para el primer principio de la termodinámica es su forma diferencial:

$$dU = \delta Q + \delta W$$

### Capacidad calorífica

Como regla general, y salvo algunas excepciones puntuales, la temperatura de un cuerpo aumenta cuando se le aporta **energía** en forma de **calor**. El cociente entre la energía calorífica  $Q$  de un cuerpo y el incremento de temperatura  $T$  obtenido recibe el nombre de **capacidad calorífica** del cuerpo, que se expresa como:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

La capacidad calorífica es un valor característico de los cuerpos, y está relacionado con otra magnitud fundamental de la **calorimetría**, el **calor específico**.



Para elevar la temperatura de 1 g de agua en 1 °C es necesario aportar una cantidad de calor igual a una caloría. Por tanto, la capacidad calorífica de 1 g de agua es igual a 1 cal/K.

### Calor específico

El valor de la capacidad calorífica por unidad de masa se conoce como calor específico. En términos matemáticos, esta relación se expresa como:

$$c = \frac{C}{m} = \frac{Q}{m \Delta T}$$

donde  $c$  es el calor específico del cuerpo,  $m$  su **masa**,  $C$  la capacidad calorífica,  $Q$  el calor aportado y  $\Delta T$  el incremento de **temperatura**.

El calor específico es característico para cada sustancia y, en el Sistema Internacional, se mide en julios por kilogramo y kelvin ( $J/(kg \cdot K)$ ). A título de ejemplo, el calor específico del agua es igual a:

$$c_{\text{agua}} = 4,184 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K}) = 1 \text{ cal} / (\text{kg} \cdot \text{K})$$

Del estudio del calor específico del agua se obtuvo, históricamente, el valor del equivalente mecánico del calor, ya que:

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J, es decir, } 1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$$

### ECUACIÓN DE BERNOULLI.

El principio de Bernoulli, también denominado ecuación de Bernoulli o Trinomio de Bernoulli, describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una línea de corriente. Fue expuesto por Daniel Bernoulli en su obra Hidrodinámica (1738) y expresa que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido. La energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes:

- Cinética: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido.
- Potencial gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posea.
- Energía de flujo: es la energía que un fluido contiene debido a la presión que posee.

### Breve historia de la ecuación

Los efectos que se derivan a partir de la ecuación de Bernoulli eran conocidos por los experimentales antes de que Daniel Bernoulli formulase su ecuación, de hecho, el reto estaba en encontrar la ley que diese cuenta de todos estos acontecimientos. En su obra Hydrodynamica encontró la ley que explicaba los fenómenos a partir de la conservación de la energía (hay que hacer notar la similitud entre la forma de la ley de Bernoulli y la conservación de la energía).

Posteriormente [Euler](#) dedujo la ecuación para un líquido sin viscosidad con toda generalidad (con la única suposición de que la viscosidad era despreciable), de la que surge naturalmente la ecuación de Bernoulli cuando se considera el caso estacionario sometido al campo gravitatorio.

### Formulación de la ecuación

La siguiente ecuación conocida como "Ecuación de Bernoulli" (Trinomio de Bernoulli) consta de estos mismos términos.

$$\frac{1}{2} v^2 \rho + P + \rho g z = \text{constante}$$



O sea:

$$1/2 v_2^2 \rho + P_2 + \rho g z_2 = 1/2 v_1^2 \rho + P_1 + \rho g z_1$$

### **Parámetros**

V = velocidad del fluido en la sección considerada.

g = aceleración gravitatoria

z = altura en la dirección de la gravedad desde una cota de referencia.

P = presión a lo largo de la línea de corriente.

$\rho$  = densidad del fluido.

Para llegar a la ecuación de Bernoulli se hacen ciertas suposiciones que limitan el nivel de uso:

- El fluido se mueve en un régimen estacionario, o sea, la velocidad del flujo en un punto no varía con el tiempo.
- Se desprecia la viscosidad del fluido (que es una fuerza de rozamiento interna).

Se considera que el líquido está bajo la acción del campo gravitatorio únicamente.

### **Aplicaciones:**

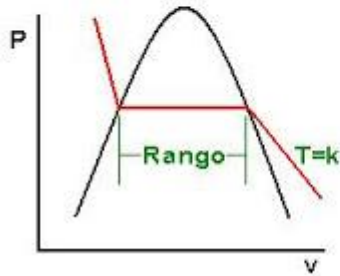
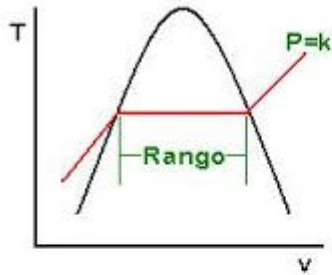
- Si se reduce el área transversal de una tubería para que aumente la velocidad del fluido que pasa por ella, se reducirá la presión.
- Carburador de automóvil, la presión del aire que pasa a través del cuerpo del carburador, disminuye cuando pasa por un estrangulamiento. Al disminuir la presión, la gasolina fluye, se vaporiza y se mezcla con la corriente de aire.
- Flujo de fluido desde un tanque, la tasa de flujo está dada por la ecuación de Bernoulli.
- Dispositivos de Venturi, en oxigenoterapia, la mayor parte de sistemas de suministro de débito alto utilizan dispositivos de tipo Venturi, el cual está basado en el principio de Bernoulli.

### **TABLAS DE PROPIEDADES**

Para determinar las propiedades de las sustancias puras se hace uso de tablas ya que las relaciones existentes entre propiedades termodinámicas son muy complejas para expresarse mediante ecuaciones.

Las tablas más populares son las tablas de vapor de agua, aunque estas no solo contienen las propiedades del vapor de agua sino también del agua líquida y sólida bajo condiciones específicas.

TABLAS POR FASES



### Tabla de Agua Saturada (L+V)

Lo primero es tener en cuenta que esta tabla está dividida en dos partes. La parte en la que el valor de entrada es la temperatura o tabla de temperaturas y la parte en la que el valor de entrada es la presión o tabla de presiones.

Dado esto, se escoge cualquiera de las dos dependiendo de si el valor que se posee es la temperatura o la presión del agua como líquido saturado más vapor saturado.

Todas las tablas están ligadas directamente con los diagramas de propiedades, entonces lo ideal es identificar que significan los datos de la tabla en cada diagrama.

Para el caso específico de la tabla de temperaturas encontraremos:

1a columna

Temperatura de la sustancia.

2a columna:

Presión de saturación ( $P_{sat}$ ) para cada temperatura de la primera columna.

3a columna:

Volumen específico del líquido saturado ( $v_f$ ) a esa  $T$  y  $P_{sat}$ .

4a columna:

Diferencia entre  $v_g$  y  $v_f$  ( $v_{fg}$ ), aunque algunos autores solo presentan a  $v_g$  y  $v_f$  sin dar la diferencia en una columna intermedia.

5a columna:

Volumen específico del vapor saturado ( $v_g$ ) a esa  $T$  y  $P_{sat}$ .

6a - 14a columnas:

Son columnas similares a las tres de volumen específico pero para otras tres propiedades que son: la Energía Interna, la Entalpía y la Entropía.

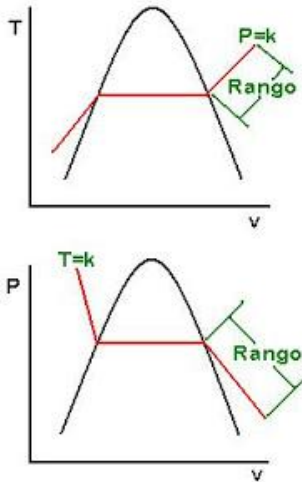
Tabla 1. Agua Saturada. Tabla de Temperaturas

inmecanica.com		VOLUMEN ESPECIFICO m <sup>3</sup> /kg	
TEMP.	PRES.	LIQ.SAT	VAP.SAT
T °C	Psat kPa	vf	vg
0.01	0.6117	0.001000	206.000
5	0.8725	0.001000	147.030
...	...	...	...
155	543.49	0.001096	0.34648
...	...	...	...
370	21.044	0.002217	0.004953
373.95	22.064	0.003106	0.003106

Tabla 2. Agua Saturada. Tabla de Presiones

inmecanica.com		VOLUMEN ESPECIFICO m <sup>3</sup> /kg	
PRES.	TEMP.	LIQ.SAT	VAP.SAT
P MPa	Tsat °C	vf	vg
0.01	0.6117	0.001000	206.000
5	0.8725	0.001000	147.030
...	...	...	...
155	543.49	0.001096	0.34648
...	...	...	...
370	21.044	0.002217	0.004953
373.95	22.064	0.003106	0.003106

Tabla de vapor de agua sobrecalentado



Debido a que la línea que une los puntos que determinan el estado de un vapor sobrecalentado se halla fuera de la línea a temperatura constante, en esta tabla no existen propiedades para líquido saturado ni vapor saturado, es decir, sólo existe un valor por cada propiedad. Otra forma de expresar lo anterior es diciendo que la región sobrecalentada es de una sola fase, por lo cual la temperatura y la presión ya no son propiedades dependientes y pueden usarse como dos propiedades independientes en las tablas. Como se puede apreciar en los diagramas del lado derecho, con respecto al vapor saturado, el sobrecalentado tiene  $P > P_{\text{sat}}$ ,  $v > v_g$ , energías internas  $u > u_g$  y entalpías  $h > h_g$ .

T	v	u	h	s	v	u	h	s
°C	m <sup>3</sup> /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg,K	m <sup>3</sup> /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg,K
P = 0.5 MPa (151.83°C)				P = 0.6 MPa (158.83°C)				
5at	0.37483	2580.7	2748.1	6.8207	0.31560	2566.2	2756.2	6.7593
200	0.42503	2643.3	2855.8	7.0800	0.35212	2639.4	2850.6	6.9683
250	0.47443	2723.8	2961.0	7.2725	0.39390	2721.2	2957.6	7.1833
...	...	...	...	...	...	...	...	...
1300	1.45214	4886.6	5412.6	9.7797	1.21012	4886.4	5412.5	9.6955

### Tabla de agua líquida comprimida

La tabla de agua líquida comprimida comparte las mismas características que la de vapor sobrecalentado. Es importante notar que a pesar de que el valor de la presión se incrementa el volumen específico casi no cambia y en una variación de presión de 45 MPa y una de temperatura de 380°C, el volumen específico del agua solo cambia de un  $v = 0.0009767$  a  $0.0018729$  m<sup>3</sup>/kg, el cual es un cambio demasiado pequeño. Es por esta razón por la cual los líquidos se consideran

incompresibles, porque su volumen cambia demasiado poco con cambios significativos en temperatura y presión.

Gracias a esta característica, el volumen específico del líquido comprimido se puede aproximar al del líquido saturado sin que ello lleve a errores importantes.