



Última modificación oficial: 26 abr 2026

Para una mejor experiencia usamos la suite de Google.

**Técnicas usadas:** Bulletpoints + Estilo Cornell + Tablas y gráficos visuales

Puedes borrar el contenido de la sección de palabras clave o anotaciones para que puedas escribir las tuyas. ¡Éxitos!

## CONTENIDO

<b>S02: Análisis de 1ra y 2da Ley de la Termodinámica</b>	<b>2</b>
① ¿CÓMO SE LLEVA LA CUENTA DE LA ENERGÍA EN UNA FÁBRICA?	2
Lógica del concepto:	2
Reglas / Condiciones:	2
Mecanismo / Proceso:	3
Reglas / Condiciones:	3
La Trampa:	3
Resumen Express:	3
② ¿POR QUÉ NINGUNA MÁQUINA ES 100% PERFECTA?	3
Lógica del concepto:	3
Mecanismo / Proceso:	4
Reglas / Condiciones:	4
Mnemotecnia:	4
La Trampa:	4
③ ¿QUÉ LE HACEN REALMENTE LAS MÁQUINAS A NUESTRO FLUIDO?	4
Lógica del concepto:	5
Mecanismo / Proceso:	5
Reglas / Condiciones:	5
Sugerencia de Ilustración:	5
Resumen Express:	5
Resumen Express:	6



## S02: Análisis de 1ra y 2da Ley de la Termodinámica

### FICHA TÉCNICA:

**Curso:** Procesos Industriales

**Unidad:** 1 - Fundamentos y Balance de Energía

**Objetivo:** Aplicar la 1ra y 2da Ley de la termodinámica para calcular transferencias de energía, entalpía y entropía en equipos industriales (turbinas, bombas, válvulas).

**[PROGRESO]:** 12.5% Completado (*Semana 2 de 16*)

Sii diseñamos una máquina con ingeniería perfecta y cero fricción, podríamos convertir todo el calor en trabajo útil? Falso. El universo te cobra un impuesto obligatorio por existir, y se llama Entropía.

Al terminar de leer esto, aprenderás a leer el flujo de energía como un auditor financiero. Descubrirás por qué las válvulas son los equipos más mágicos (y simples) de calcular, y dominarás las ecuaciones para saber exactamente cuánta potencia te entregará una turbina real versus una teórica.

### 1 ¿CÓMO SE LLEVA LA CUENTA DE LA ENERGÍA EN UNA FÁBRICA?

**1ra Ley, Sistemas y Entalpía ( $H$ )**

**Lógica del concepto:**

La 1ra Ley es simple: *"La energía no se crea ni se destruye, se transforma"*. En sistemas cerrados (una olla a presión) medimos la *Energía Interna ( $U$ )*. Pero en la industria usamos tubos y sistemas abiertos; aquí entra la *Entalpía ( $H$ )*, que es la energía interna MÁS la energía necesaria para empujar el fluido a través de la presión y el volumen del tubo. Es la energía "total" del flujo.

**Reglas / Condiciones:**

- **Sistema Cerrado:** La masa NO cruza la frontera. La energía (calor/trabajo) SÍ puede cruzar. (Ej. Olla a presión hermética calentándose).
- **Sistema Abierto:** La masa y la energía cruzan la frontera libremente. (Ej. Bomba de agua, turbina, compresor).
- **Sistema Aislado (Adiabático):** NADA cruza. Ni masa, ni energía. (Ej. Un termo perfecto, el universo mismo).

### PALABRAS CLAVE / ANOTACIONES

Qué tal! Espero te sirva este material. Si tienes dudas u observaciones, date una pasada por la página web y contáctame!

¿Qué es la Termodinámica? Rama de la física que estudia las relaciones entre CALOR, TRABAJO, TEMPERATURA, ENERGÍA.

En otras palabras... Analiza cómo la energía se transforma y transfiere.



## ⚙️ Mecanismo / Proceso:

Para resolver cualquier problema de balance de energía, sigue esta secuencia:

1. **Define tu sistema:** ¿Es cerrado (masa fija) o abierto (flujo continuo)?
2. **Descarta lo que sobra:** Si dice "adiabático", tachas el calor ( $Q = 0$ ). Si no hay tuberías subiendo o bajando radicalmente, tachas energía potencial ( $\Delta E_p = 0$ ).
3. **Iguala:** *Todo lo que entra = Todo lo que sale + Lo que se acumula.*

## 📏 Reglas / Condiciones:

- **Sistema Cerrado:**  $\Delta U = Q - W$
- **Sistema Abierto (Estacionario):**  $\widehat{Q} - \widehat{W} = \widehat{m}[\Delta h + \Delta E_c + \Delta E_p]$
- Si  $\Delta H > 0$ : El sistema absorbe calor (Endotérmico).
- Si  $\Delta H < 0$ : El sistema libera calor (Exotérmico).

## ⚠️ La Trampa:

¿Calor Sensible vs Calor Latente? El calor sensible cambia la temperatura de tu fluido pero *no* su fase. El calor latente cambia la fase (ej. hervir agua) y la temperatura *es igual* mientras ocurre. ¡El calor latente requiere muchísima más energía!

## 💡 Resumen Express:

Tipo de Sistema	Ecuación Principal	Variable Estrella	¿Cuándo lo uso?
Cerrado	$\Delta U = Q - W$	$U$ (E. Interna)	Cilindro-pistón, tanques sellados
Abierto	$\widehat{Q} - \widehat{W} = \widehat{m} \Delta h$ (simplificada)	$H$ (Entalpía)	Equipos industriales continuos

## 📖 ¿POR QUÉ NINGUNA MÁQUINA ES 100% PERFECTA?

### 🔗 2da Ley, Entropía (S) e Irreversibilidades

#### 🧠 Lógica del concepto:

La 1ra Ley dice que la energía se conserva, pero la 2da Ley nos da el golpe de realidad: la energía se degrada. En cada proceso real hay fricción, turbulencia y calor que se escapa. Esto genera desorden. Ese desorden es la Entropía (S): "La entropía de un sistema aislado tiende a aumentar con el tiempo"

Entalpía = Energía que *tiene* + Energía que *usa para avanzar* (Cantidad total de energía de un sistema)

>> En la mayoría usaremos la forma compacta pero más adelante la forma extendida de la fórmula

Entropía: Desorden o aleatoriedad de un sistema.

Cuando se transfiere energía, parte de ella se dispersa (menos útil).



## ⚙️ Mecanismo / Proceso:

El cambio de entropía en un sistema ( $\Delta S$ ) tiene dos orígenes:

1. **Lo que transfieres:** Entropía que entra o sale junto con el calor ( $Q/T$ ).
2. **Lo que se genera dentro:** La entropía creada por la fricción o irreversibilidades del propio proceso ( $S_{generada}$ ).

## 📏 Reglas / Condiciones:

$$\text{Ecuación de Clausius: } \Delta S = \Sigma(Q/T) + S_{generada}$$

- **Q/T:** Entropía transferida debido al calor
- **El principio del incremento:**  $S_{generada}$  **SIEMPRE es  $\geq 0$ .**
- **Procesos Reversibles (Ideales):**  $S_{generada} = 0$ . Son la perfección matemática. No existen en la realidad, pero se usan como el "ejemplo perfecto" para comparar máquinas.
- **Procesos Reales:**  $S_{generada} > 0$ .
- **Proceso Isentrópico (El Santo Grial):** Si un proceso es adiabático ( $Q = 0$ ) Y reversible ( $S_{gen} = 0$ ), entonces  $\Delta S = 0$ . La entropía de entrada es igual a la de salida ( $s_1 = s_2$ ).

## 🔒 Mnemotecnia:

Recuerda la regla **SID** (**S**istema **I**nevitablemente **D**esordenado) para la 2da ley:

- **S** =  $S_{generada}$
- **I** = Irreversibilidades (fricción, caída de presión). Siempre suman, nunca restan.
- **D** = Degradación de la energía. (El universo siempre pierde calidad de energía).

## ⚠️ La Trampa:

En los exámenes preguntan: *¿Es posible que la entropía de un sistema disminuya?* SÍ ES POSIBLE PE PULPIN! Si el sistema se enfría (cede calor, Q es negativo), su  $\Delta S$  puede ser negativo. Lo que NUNCA puede ser negativo o disminuir es la  $S_{generada}$ .

Para entenderlo más fácil, cambia la palabra "entropía" por "desorden"

>> Si se recibe calor (Q+), su entropía aumenta.  
Si cede calor (Q -), su entropía disminuye.

>> Cualquier cosa que tenga el prefijo -iso significa que es constante.

>> Como el de Toy Story

## ③ ¿QUÉ LE HACEN REALMENTE LAS MÁQUINAS A NUESTRO FLUIDO?

🔪 Equipos Termodinámicos: Turbinas, Bombas y Válvulas



## 🧠 Lógica del concepto:

En una planta, los equipos tienen roles muy marcados. Algunos nos *regalan* energía útil extrayéndose del fluido, otros *consumen* nuestra energía eléctrica para dársela al fluido, y otros simplemente controlan el paso estrangulándolo.

## ⚙️ Mecanismo / Proceso:

1. **Turbinas:** Entra gas/vapor a alta presión y temperatura. Golpea unas aspas, se expande y sale a baja presión. **Resultado:** Produce Trabajo ( $\widehat{W}$  positivo).
2. **Bombas y Compresores:** Tomas un fluido de baja presión, enchufas la máquina a la corriente (gastas Trabajo,  $\widehat{W}$  negativo), y fuerzas al fluido a salir a alta presión. (Bombas = líquidos; Compresores = gases).
3. **Válvulas (Estrangulamiento):** El fluido pasa por un hueco estrecho. La presión cae bruscamente por pura fricción.

Esa vaina que tienen las letras encima ( $\widehat{W}$ ) significa que está evaluado con respecto al tiempo. Trabajo / tiempo, Masa / tiempo

## 📏 Reglas / Condiciones:

- **Condición Adiabática por defecto:** Las turbinas, bombas y compresores suelen estar bien aislados. Asume  $Q = 0$  a menos que el problema diga lo contrario.
- **Ecuación de Turbina/Bomba (Sin  $E_c$  ni  $E_p$ ):**  $\widehat{W} = \widehat{m}(h_{entrada} - h_{salida})$ .
- **Condición de Válvulas:** ¡Son ISOENTÁLPICAS! No producen trabajo ( $W = 0$ ) ni transfieren calor ( $Q = 0$ ). Por lo tanto:  $h_{entrada} = h_{salida}$ .

## 🎨 Sugerencia de Ilustración:

### Funcionamiento de Equipos Termodinámicos: Aplicación de la 1ra y 2da Ley

<p><b>TURBINAS</b> (PRODUCCIÓN DE TRABAJO)</p> <p>Fluido Alta P, T (Vapor/Gas) <math>\dot{m}_{in}, h_{in}</math></p> <p>Potencia Generada (<math>\dot{W}_{salida}</math>)</p> <p>Fluido Baja P, T <math>\dot{m}_{out}, h_{out}</math></p> <p>Expansión del Fluido: Fluido a alta presión se expande por los álabes.</p> <p>Generación de Potencia: <math>\dot{W} \approx \dot{m}(h_{entrada} - h_{salida})</math>. La energía del fluido se convierte en trabajo mecánico.</p> <p>Eficiencia Adiabática: Debido a la 2da Ley, fricción y turbulencia generan entropía, reduciendo el trabajo real comparado con el ideal (isentrópico).</p>	<p><b>BOMBAS (LÍQUIDOS)</b> (CONSUMO DE TRABAJO)</p> <p>Líquido Alta P <math>\dot{m}_{out}, h_{out}</math></p> <p>Líquido Baja P <math>\dot{m}_{in}, h_{in}</math></p> <p>Trabajo Suministrado (<math>\dot{W}_{entrada}</math>)</p> <p>Bombas (Líquidos): Aumentan presión de fluidos incompresibles añadiendo trabajo externo.</p> <p>Balance Energético: <math>\dot{W}_{entrada} \approx \dot{m}(h_{salida} - h_{entrada})</math>. El trabajo aumenta principalmente la entalpía y presión del fluido.</p>	<p><b>COMPRESORES (GASES)</b> (CONSUMO DE TRABAJO)</p> <p>Gas Alta P, T <math>\dot{m}_{out}, h_{out}</math></p> <p>Gas Baja P <math>\dot{m}_{in}, h_{in}</math></p> <p>Trabajo Neto Requerido (<math>\dot{W}_{entrada}</math>)</p> <p>Compresores (Gases): Incrementan presión de gases a niveles muy altos.</p> <p>Balance Energético: Requieren entrada neta de trabajo considerable. Se modelan como procesos adiabáticos donde <math>\dot{W}_{entrada} \approx \dot{m}(h_{salida} - h_{entrada})</math>.</p>	<p><b>VÁLVULAS</b> (CONTROL Y EXPANSIÓN)</p> <p>Fluido Alta P <math>\dot{m}_{in}, h_1</math></p> <p>Fluido Baja P <math>\dot{m}_{out}, h_2</math></p> <p><math>Q = 0</math> <math>W = 0</math></p> <p>Estrangulamiento (Throttling): Fluido pasa por restricción provocando caída drástica de presión.</p> <p>Proceso Isentálpico: Sin trabajo ni calor significativos, la entalpía es constante (<math>h_1 \approx h_2</math>).</p> <p>Efecto de la 2da Ley: Proceso altamente irreversible con gran aumento de entropía y pérdida de calidad energética (exergía).</p>
---	--	--	--

### FUNDAMENTOS TERMODINÁMICOS (LAS LEYES)

<p><b>PRIMERA LEY: CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA</b></p> <p>La energía que entra (calor, trabajo, masa) es igual a la que sale más el cambio almacenado.</p> <p>En flujo estacionario: <math>\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(\Delta h + \Delta ec + \Delta ep)</math></p> <p>▶ Entalpía (<math>h</math>): Energía de flujo (<math>u + Pv</math>) crítica para mover masa.</p>	<p><b>SEGUNDA LEY Y ENTROPÍA: CALIDAD ENERGÉTICA</b></p> <p>Los procesos tienen una dirección específica (aumento del desorden).</p> <p>La entropía (<math>S</math>) siempre crece en sistemas aislados, indicando degradación energética.</p> <p>▶ Calor a alta temperatura tiene mayor "calidad" (potencial de trabajo útil).</p> <p>alta T alta calidad → Pérdida de Exergía → baja T baja calidad</p>
--	---



### Resumen Express:

Equipo	Función Principal	¿Qué le pasa al Trabajo (W)?	Ecuación Simplificada
<b>Turbina</b>	Expande fluido para generar giro	Lo <b>Produce</b> (+)	$\widehat{W} = \widehat{m}(h_1 - h_2)$
<b>Bomba / Compresor</b>	Eleva la presión de un fluido	Lo <b>Consume</b> (-)	$\widehat{W} = \widehat{m}(h_2 - h_1)$
<b>Válvula</b>	Baja la presión (estrangula)	CERO ( $W = 0$ )	$h_1 = h_2$

Siempre que sea un proceso ideal, sabes que no consideramos el desorden en el sistema por lo tanto es isentrópico.



### Resumen Express:

- **1ra Ley:** Nos ayuda a cuadrar la caja (cuánta energía hay).
- **2da Ley:** Nos dice hacia dónde va la energía y cuánta de esa energía realmente sirve para algo.
- Si en un problema ves "**Turbina/Bomba Ideal**", automáticamente asumes que es un **proceso isentrópico** ( $s_1 = s_2$ ). Esto te dará la llave matemática para resolver casi cualquier problema de vapor.

Genial! Si llegaste hasta aquí es más que suficiente para entender la semana. Pero si quieres profundizar alguna parte o concepto puedes visitar los recursos adicionales en [www.ingenierolocas.com](http://www.ingenierolocas.com) en la sección de CONTENIDO.

Utiliza ese material como guía o complemento, de todas formas tienes que darle una repasada, ESE EXÁMEN NO SE VA A PASAR POR ARTE DE MAGIA. TU PUEDES!

Síguenos en nuestras redes para enterarte de todas las novedades!