



**Roger Edelman Alain Monzón Bartlett**  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
[rogermbparatrabajo@gmail.com](mailto:rogermbparatrabajo@gmail.com)  
[williamskaleb1@gmail.com](mailto:williamskaleb1@gmail.com)

**Recibido: 01/03/2021**  
**Publicado: 31/07/2021**

#### Referencia del ensayo

Monzón Bartlett , R. E. A. (2021). Ciclo térmico más eficiente al ciclo de Carnot . Revista Ciencia Multidisciplinaria CUNORI, 5(2). 71-80. DOI: <https://doi.org/10.36314/cunori.v5i2.170>

#### Resumen

**O**BJETIVO: demostrar la existencia de un ciclo con una eficiencia mayor a la del ciclo de Carnot para maquinas térmicas. MÉTODO: análisis retrospectivo. RESULTADOS: el ciclo de Carnot no es el ciclo térmico más eficiente. CONCLUSIÓN: este procedimiento demuestra que hay una forma más eficiente de aprovechar la energía térmica para producir trabajo que la del ciclo de Carnot. Sadi Carnot afirma que no puede existir una máquina térmica que funcionando entre las mismas dos fuentes térmicas tenga una mayor eficiencia que la de el, pero con los procedimientos descritos se obtiene una mayor eficiencia a la del ciclo de Carnot.

#### Palabras clave

ciclo térmico, carnot, calor, trabajo, eficiencia

**Abstract**



**O**BJECTIVE: to demonstrate the existence of a cycle with an efficiency greater than that of the Carnot cycle for thermal machines. **METHOD:** retrospective analysis. **RESULTS:** the Carnot cycle is not the most efficient thermal cycle. **CONCLUSION:** This procedure shows that there is a more efficient way to harness thermal energy to produce work than the Carnot cycle. Sadi Carnot affirms that there cannot be a thermal machine that, operating between the same two thermal sources, has a greater efficiency than his, but with the procedures described, a greater efficiency is obtained than that of the Carnot cycle.

**Keywords**

thermal cycle, Carnot, heat, work, efficiency





## Introducción

Debido al cambio climático los ingenieros y científicos buscan hacer máquinas más eficientes para aumentar la salida de trabajo con la misma cantidad de calor, para el caso de las máquinas térmicas la máxima eficiencia que pueden esperar es la del ciclo de Carnot, con la idea de que intentar mejoras a la eficiencia teórica es una pérdida de tiempo, por lo que sus esfuerzos se ven satisfechos a alcanzar una eficiencia similar a la teórica. Sin embargo, los procedimientos aquí descritos logran una eficiencia mayor sin desafiar a las ideas del sentido común y con procesos que son cotidianos y comunes a nuestra experiencia.

## Contenido

### Las hidroeléctricas

La energía es la capacidad de producir trabajo o cambios. La energía hidráulica es la obtenida de la energía cinética o potencial del agua. Se dice que la energía hidráulica es renovable ya que se repone con la lluvia, lo que genera la lluvia es la vaporización del agua, es decir, su paso de la forma líquida a gaseosa, para que se produzca esto, es necesaria una cantidad de energía, la cual es suministrada por el sol, esto es la entalpia de vaporización o calor latente de vaporización, que es igual a 2260KJ/Kg para el caso del agua (Serway & Vuille, 2013).

Ya que una hidroeléctrica usa la energía potencial del agua, mientras más grande sea la diferencia de altura más energía generará y se podrá destinar a iluminación, calefacción o a lo que necesitemos impulsar. Por lo que reflexionando podemos decir que la energía potencial del agua se transforma en energía eléctrica, esta a su vez puede usarse en una estufa eléctrica o cualquier otro aparato para calentar, donde se puede hervir agua, la cual se irá a la atmosfera y se convertirá en lluvia y recargará e impulsará la hidroeléctrica para poder repetir el proceso una y otra vez, este es un proceso cíclico, pero lamentablemente la energía que produce una hidroeléctrica no es la suficiente para evaporar la misma cantidad de agua que se usó o pasó por las turbinas, pero este problema lo podemos resolver aumentando la altura de la caída.

Si decimos que  $H$  es la entalpia de vaporización tenemos la ecuación siguiente para un kilogramo de agua.

Ecuación No.1 Ecuación de la energía potencial y la entalpia de vaporización

$$H = mgh$$

Donde:

m es masa

g es la gravedad

h es la altura de caída

Despejando, obtenemos:

$$\frac{H}{mg} = h$$

$$h = \frac{\frac{2,260,000J}{Kg}}{1Kg * 9.806 \frac{m}{s^2}} = 230471.14m$$

$$h \approx 230Km$$

Lo cual es difícil de lograr, pero lo importante de esta reflexión es que si se usan los 2260 KJ/Kg para evaporar el agua y esta se eleva 230 Km puede producir de nuevo los 2260 KJ para poder volver a evaporarse y si sube más allá de los 230 Km producirá más energía de la que necesita para poder repetir el ciclo, nuestra eficiencia es mayor al 100%.

Se dice que toda la energía mecánica se puede transformar en otro tipo de energía mecánica o en calor, pero no todo el calor se puede transformar en energía mecánica (Cengel, Boles, & Kanoglu, 2019).

Este proceso cumple con los requisitos de una maquina térmica, recibe calor de una fuente de temperatura alta, convierte parte de este calor en trabajo, rechaza el calor de desecho para producir la condensación, y opera en un ciclo (Cengel, Boles, & Kanoglu, 2019).



El ciclo que propongo es el siguiente:

1. A una sustancia líquida se le añade calor hasta que se evapora y disminuye su densidad
2. Ese gas sube hasta una altura  $h$ , la eficiencia del ciclo depende de que tan alto llegue
3. El gas se condensa y aumenta su densidad
4. El líquido libera su energía potencial y llega a su posición original

Este ciclo al que bautizo como ciclo monzónico, en parte porque es en esencia lluvia, pero de distintas sustancias y en parte por mi apellido, es más eficiente que el ciclo de Carnot.

Por lo que usando la afirmación de Carnot que indica que si hubiera maneras de utilizar el calor, preferibles a las que él utilizó, es decir, si fuera posible, por cualquier método que sea, producir una cantidad de potencia motriz mayor que la que ha calculado en su serie de procesos, sería suficiente desviar una parte de esa potencia, y usarlo para impulsar la máquina de Carnot inversa para transportar el calor que usó la máquina térmica más eficiente, del refrigerante al hogar, logrando así restablecer las cosas a su estado original y luego al usar el excedente para iniciar una operación totalmente similar a la primera y de ese modo se tendría no sólo el movimiento perpetuo, sino una indefinida creación de potencia motriz y consumo de calor, cualquiera sea la otra máquina (Katz, 2017).

La energía potencial gravitacional está dada por  $mgh$ , si una masa tiene una densidad  $\rho L$ , la masa es:

Ecuación No. 2 masa

$$V * \rho L = m$$

Si está en un espacio con densidad  $\rho g$ , entonces las fuerzas de gravedad y de flotación son



Ecuación No. 3 Peso

$$w = V * \rho_L * g$$

Ecuación No. 4 Fuerza de flotación

$$B = V * \rho_g * g$$

Por lo que la energía potencial es:

Ecuación No. 5 Energía potencial gravitacional

$$U = V * \rho_L * g * h - V * \rho_g * g * h$$

$$U = V * g * h(\rho_L - \rho_g)$$

Si  $\rho_L \gg \rho_g$  entonces

$$U = V * g * h * (\rho_L)$$

$$U = mgh$$

Por lo que si la densidad del líquido es mucho mayor a la del gas no es tan importante tomar en cuenta la fuerza de flotación.

## Problemas

1. Las nubes de lluvia se forman entre los 2 y 6 Km, (León, 2003). Lo cual no es suficiente para completar el ciclo. Pero el agua no es la única sustancia que podemos usar. La que menor altura necesita es el helio, al menos de la que tengo conocimiento. Su entalpia de vaporización es de 20.9 KJ/Kg. (Serway & Vuille, 2013).

Realizando los cálculos para obtener h tenemos que

Ecuación No. 6 altura para el helio

$$h = \frac{20900 \text{ J/kg}}{1 * 9.086 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 2131.35$$

$$h \approx 2\text{Km}$$



## Esta altura es mucho menor

2. El vapor de agua sube, ya que su densidad es menor que la del aire (Serway & Vuille, 2013). Pero a tal altura el aire es muy poco denso por lo que ya no subirá. El helio por lo contrario es muy poco denso e incluso se escapa del planeta. (Briggs, 2016).

Otra forma de resolver este problema es utilizando únicamente un gas ya que estos tienden a ocupar todo el volumen del recipiente que los contiene (Brown & Lemay, 1987).

3. Un problema que puede surgir si el procedimiento se produce en un recipiente cerrado, es que si un gas aumenta su temperatura (una característica de las máquinas térmicas). Aumenta su presión y por tanto necesita una mayor temperatura para funcionar, ya que un líquido ebulle a distintas presiones (Cengel, Boles, & Kanoglu, 2019).

La solución a esto es la siguiente: Al evaporar un líquido este aumenta su volumen ya que se transforma en gas, si este se enfría volverá a ocupar su volumen inicial (Cengel, Boles, & Kanoglu, 2019), por lo que, al volverse una determinada cantidad de líquido a vapor en la parte inferior, en la parte superior la misma cantidad se convierte de vapor a líquido, manteniendo la presión estable.

4. Otro problema es la gravedad, la cual disminuye a grandes alturas (Serway & Vuille, 2013). Por lo que se debe aumentar la altura para que la eficiencia sea mayor o igual a 100%. De tal forma que se cumplan las ecuaciones.

Ecuación No. 7 Trabajo gravitacional

$$W = \int_{h_0}^{h_f} F dh$$

$$W = H_{\text{vaporizacion}}$$

Donde

- $W$  es trabajo
- $h_f$  es altura final
- $h_o$  es altura inicial
- $F$  es fuerza
- $dh$  es el diferencial de altura

Además, el proceso se define en el contexto de la física newtoniana.

5. El ciclo opera en un rango específico de temperatura el cual está en el punto de ebullición a determinada presión, en el caso de usar depósitos de energía térmica no habría problema, pero si se usara una fuente y depósito de calor cuya temperatura se viera afectada, suponiendo que la eficiencia es mayor a 1 y el excedente de energía lo utilizamos para calentar la fuente de temperatura alta, luego de varios ciclos la fuente de calor se irá calentando al igual que el depósito de baja temperatura, por lo cual se perderá el punto de ebullición, este problema se puede resolver usando la máquina de Carnot inversa, manteniendo así la temperatura ideal.

6. Cuando la sustancia que usamos alcanza su punto crítico. Las gotas del fluido no descenderán pues tanto el líquido como el vapor tendrán la misma densidad.

## Conclusión

Si un líquido cae desde una altura  $h$  lo suficientemente grande como para que su energía potencial sea igual a su entalpia de vaporización la eficiencia de dicho ciclo es 100% y si la  $h$  es mayor entonces la eficiencia será mayor a 100%. Este procedimiento demuestra que hay una forma más eficiente de aprovechar la energía térmica para producir trabajo que la del ciclo de Carnot.



## Referencias

Briggs, H. (29 de Junio de 2016). Para qué se usa el helio y por qué es tan importante el descubrimiento del mayor yacimiento del mundo. bbc, págs. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-36663648>.

Brown, T., & Lemay, E. (1987). Química. La ciencia central . Mexico DF: Prentice-Hall.

Cengel, Y., Boles, M., & Kanoglu, M. (2019). Termodinámica. Mexico DF: McGraw-Hill.

Katz, M. (2017). Sadi Carnot y las máquinas térmicas . Buenos Aires: Asociación Química Argentina .

León, F. M. (2003). Las nubes, adornos en los cielos. Me-teoRed , <https://www.tiempo.com/ram/989/meteorologa-vi-2las-nubes-adornos-en-los-cielos/>.

Serway, R., & Vuille, C. (2013). Fundamentos de Física. Mexico DF: Cengage.

## Sobre el autor

### Roger Edelman Alain Monzón Bartlett

Estudiante de ingeniería mecánica-industrial en la Universidad de San Carlos de Guatemala, a lo largo de su vida ha estado experimentando e investigando sobre la energía de manera independiente, principalmente con la energías renovables o amigables con el ambiente.



Copyright (c) Roger Edelman Alain Monzón Bartlett



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de **atribución**: usted debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.