

Evaluación de correlaciones para la determinación del coeficiente de transferencia de calor en flujo transversal en un solo tubo

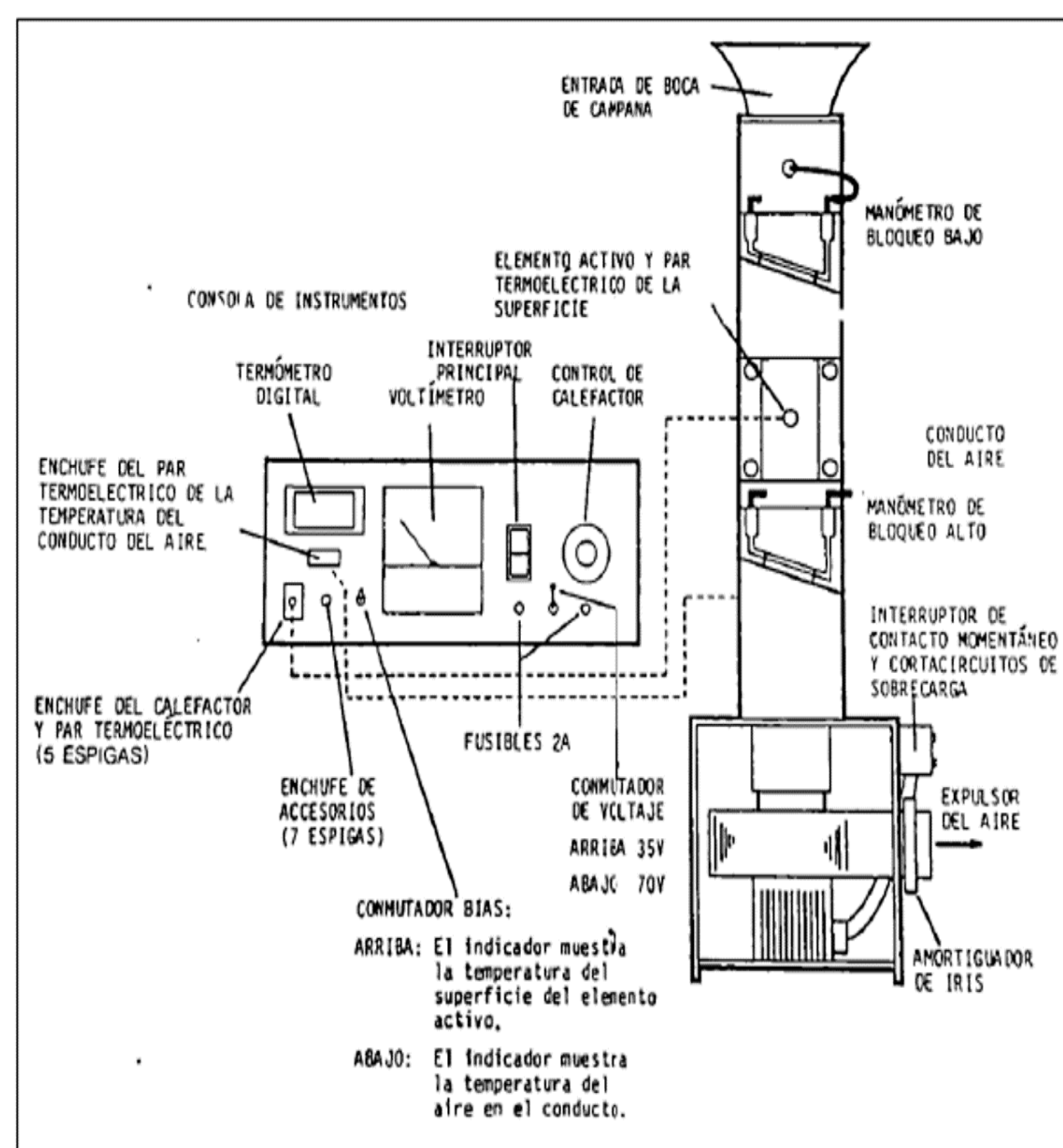
J. Acosta¹, M. Arguello¹, J. De Baca¹, J. Fleitas¹, M. Rojas¹, R. Romero¹, Y. Strubing¹, G. Vera¹
Facultad de Ciencias Químicas – Universidad Nacional de Asunción

INTRODUCCIÓN

Los intercambiadores de flujo cruzado son comúnmente usados cuando es necesario transferir calor desde un fluido caliente hasta uno frío [?]. El movimiento altamente desordenado de los fluidos que, en general, se tiene a altas velocidades se conoce como turbulento. Lo común es que el flujo de fluidos de baja viscosidad, como el aire a altas velocidades, sea turbulento. El régimen de flujo influye mucho en la potencia requerida para el bombeo [1]. El número de Nusselt puede ser obtenido con el uso de las correlaciones, todas basadas en las condiciones globales del régimen del flujo en cual se realiza la operación. A modo de dar continuidad a las investigaciones de transferencia de calor en flujo transversal en un tubo, se plantea como objetivo comparar los valores de coeficiente de transferencia de calor (h), obtenidos utilizando las correlaciones de Hilper, Zhukauskas, Churchill y Bernstein, Whitaker, Eckert y Drake.

METODOLOGÍA

El equipo utilizado es el intercambiador de calor de flujo transversal en un solo tubo H350. [2].



Se realizaron 8 experimentos, las correlaciones utilizadas fueron:

- Whitaker

$$Nu = (0,4Re^{0,5} + 0,06Re^{2/3})Pr^{0,4} \left(\frac{\mu}{\mu_p} \right) \quad (1)$$

- Ecker y Drake

$$Nu = (0,250Re^{0,6})Pr^{0,38} \left(\frac{Pr}{Pr_p} \right) \quad (2)$$

- Hilper

$$Nu = CRe^m Pr^{1/3} \quad (3)$$

- Churchill y Bernstein

$$Nu = 0,3 + \frac{0,62Re^{1/2} Pr^{1/3}}{[1 + (0,4Pr)^{2/3}]^{1/4}} \left[1 + \left(\frac{Re}{282000} \right)^{5/8} \right]^{4/5} \quad (4)$$

- Zhukauskas

$$Nu = CRe^m Pr^n \left(\frac{Pr}{Pr_s} \right)^{1/4} \quad (5)$$

RESULTADOS

Resultados

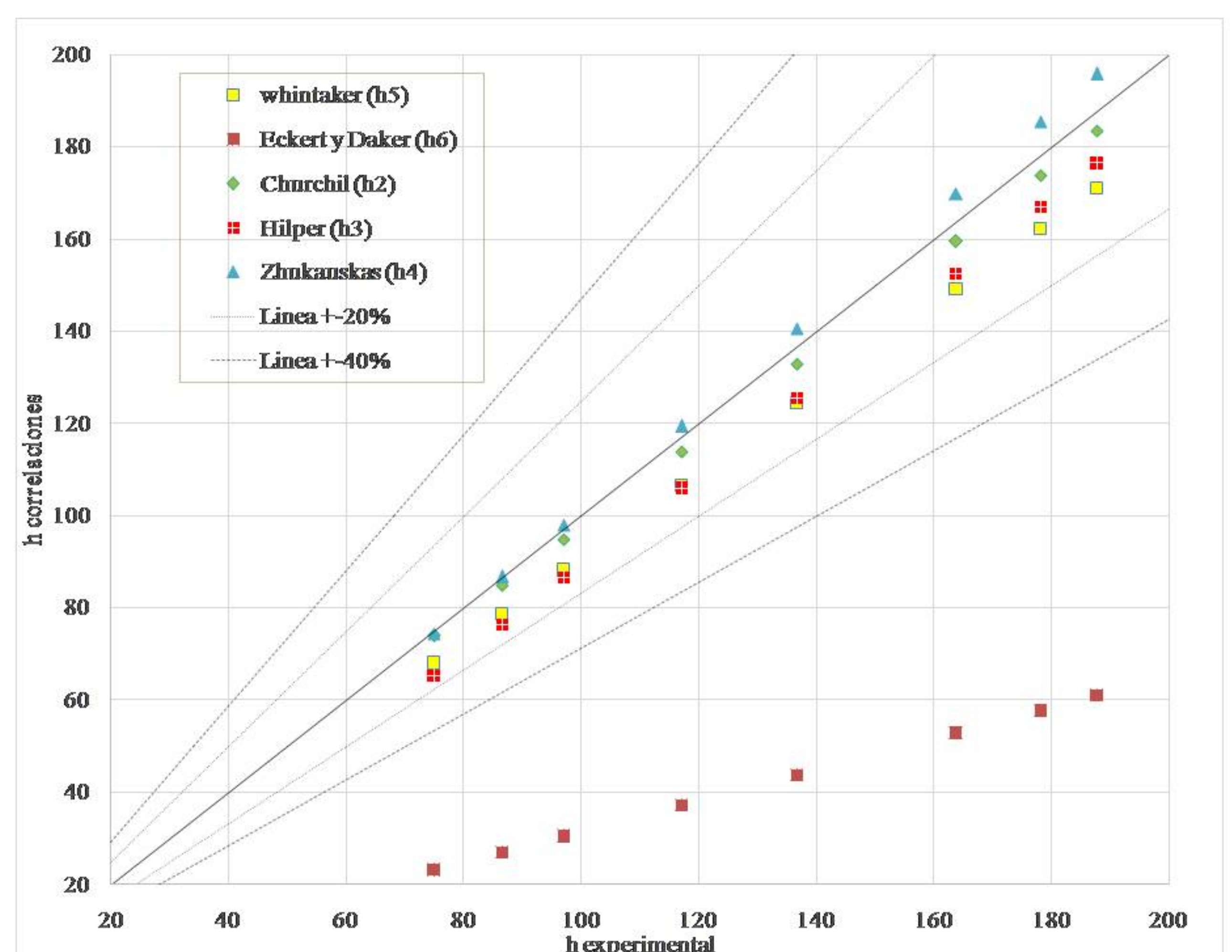


Figura 1. Comparación de los valores experimentales de los coeficientes de transferencia de calor con los valores obtenidos mediante correlaciones.

Análisis

Evaluando las medias obtenidas a partir de la diferencia realizada entre los coeficientes obtenidos a partir de las correlaciones y los coeficientes obtenidos experimentalmente se puede observar que el menor valor se da con la correlación de Zhukauskas el cual fue de 2,11 siguiéndole la correlación de Churchill, en donde el valor fue de 2,57 siguiéndole la correlación de Whitaker, Hilper y Eckert y Drake, ordenando así en forma creciente la aproximación de las correlaciones a los valores experimentales observándose estos resultados en la Tabla III. Las correlaciones de Zhukauskas, Churchill, Whitaker y Hilper se puede observar que se encuentran dentro del 20% de aproximación a los valores experimentales. En cuanto a la correlación de Eckert se observa que se encuentra muy alejado del valor obtenido experimentalmente, esto puede deberse a que dicha correlación posee una restricción de operación, la cual establece un rango de Reynolds que varía de 10^3 hasta 10^5 .

CONCLUSIÓN

Con los datos obtenidos, la correlación de Zhukauskas proporciona una buena aproximación, que se ajusta con los valores experimentales, siguiéndole la correlación de Churchill, donde las medias a partir de la diferencia realizada con coeficientes de transferencia de calor para estas dos correlaciones y los valores experimentales fueron de 2,11 y 2,57 respectivamente. En las correlaciones de Zhukauskas, Churchill, Hilper y Whitaker se observó que se encuentran dentro del 20% de aproximación con los valores experimentales, mientras que los valores obtenidos a partir de la correlación de Eckert y Drake se encuentran muy alejados de los valores experimentales.

REFERENCIAS

- [1] Incropera, F. y DeWitt, D. *Fundamentos de Transferencia de Calor*. Prentice-Hall, España, 4ta edición, 1999.
- [2] Edidon. *Manual experimental de operación y mantenimiento*. España, 1998.
- [3] Holman, J. P. *Transferencia de calor*. McGraw-Hill., España, 8va edición, 1998.
- [4] Kreith, F.; Manglik, R. M.; Bohn, M. S. *Principios de Transferencia de Calor*. Editec S.A. de C.V., 7ma edición, 2012.