

Contenedor de agua para regadera de ducha

Emanuel Moreno, Vicente Pérez, Reynaldo Ledesma, Miguel Ferrer y Miguel Tristán

E. Moreno, V. Pérez, R. Ledesma, M. Ferrer y M. Tristán.
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carretera Valle de Santiago-Huamimaro, Kilometro
1.2, 38400 Valle de Santiago, Guanajuato.
emoreno@utsoe.edu.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de
Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

Currently all it is known that lives a water crisis is looming, and a dispute of unimaginable proportions of not changing the habits of their use and care. The aquifers indicate reserves for no more than 15 years, according to data from UNESCO, hence the importance individually and collectively to identify the points of its misuse. This paper presents an alternative to save water in the shower to shower in bed room. According to the information submitted by the CONAGUA, in our country is wasted in 1-3 liters of water per person when this starts the shower to wait until the water reaches the temperature to your liking. The economizer has the function of storing the water until through the registration of its temperature, the user decides to start the shower thereby avoiding the prior and non-recoverable waste of water mentioned above, as well as encouraging a culture of proper use of the vital liquid.

13 Introducción

Se ha detectado que en las regaderas para ducha en baños domésticos, las personas cuando hacen uso de la regadera para bañarse, desperdician cantidades preocupantes de agua hasta lograr la temperatura de su agrado (25 a 32°C en promedio). Se tiene comprobado que para tal efecto, se llegan a desperdiciar de 1 hasta 3 litros de agua si ésta se regula en un lapso de 1 minuto, llegando a gastar hasta un total de 8 litros por momento de uso dependiendo de los accesorios y temporada del año. El impacto ambiental que se lograría al utilizar el contenedor sería significativo, si consideramos una familia promedio de por lo menos cuatro miembros, los cuales podrían usar la regadera para ducha una vez al día, cinco días a la semana lo que representaría un ahorro promedio de aproximadamente 30 litros de agua a la semana, tal vez en el corto plazo esto no represente un ahorro económico significativo al usuario, pero si un impacto muy importante en el ahorro del recurso natural no renovable.

El objetivo de éste proyecto es diseñar y construir el prototipo de un contenedor de agua para regadera de ducha, el cual ya ha sido dado a conocer a miembros del sector productivo y gobierno municipal, mostrando un gran interés por apoyar su difusión e implementación en casas habitación, especialmente en aquellas de diseño ecológico, a través de convenios de poyo de trabajo conjunto entre las tres partes (institución educativa, empresa y gobierno), realizando los trámites de acercamiento para canalizar la transferencia de tecnología en beneficio de la sociedad.

El equipo propuesto es original, aunque existen modelos parecidos de acuerdo al estado del arte, ninguno contempla la posibilidad de registrar la temperatura incurriendo con ello al desperdicio del agua durante la regulación de su temperatura. El contenedor está integrado por una caja prismática hecha de acrílico transparente que puede ser empotrada en la pared del baño en hasta dos terceras partes de su ancho (16 cm) o simplemente apoyarla en dos bases metálicas a escuadra fijadas a la pared.

Por otro lado, aún y cuando la presión de salida disminuye hasta una tercera parte en comparación al de la regadera convencional, debido a su caída por gravedad la cual está en función del nivel efectivo del contenedor (18 cm), el gasto de agua se reduce hasta por más del 50%, contribuyendo con ello no solo al ahorro inicial por regulación de la temperatura, también a la cantidad de litros empleados por persona durante el tiempo de ducha el cuál es de 40 a 60 litros consumidos por persona.

13.1 Metodología

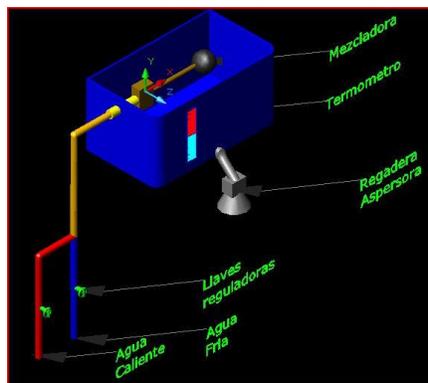
El contenedor cuenta con cuatro componentes principales, mismos que se citan a continuación:

- Caja prismática de acrílico transparente reforzada de 1/8 “de espesor (60x16x18cm), con una capacidad efectiva de 27 litros.
- Flotador industrial con válvula reguladora de flujo para el llenado del contenedor.
- Termómetro adherible de 15 a 75 °C.
- Regadera con válvula de paso con presión de salida y gasto

$$\left(P_H = 1.6 \text{ KPa}, G = 2.7 \frac{\text{l}}{\text{min}} \right). \quad (13)$$

En la figura 13 se presenta una imagen del contenedor con sus componentes principales:

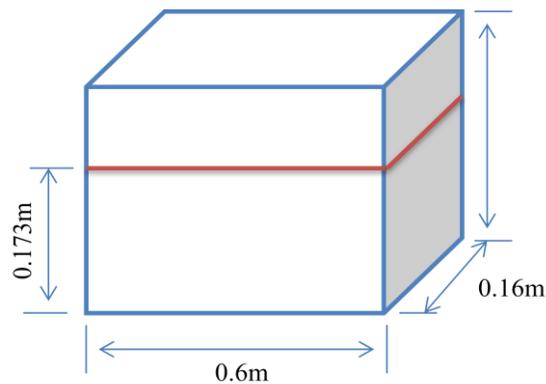
Figura 13 Componentes principales del contenedor



En la fabricación del contenedor se consideró el análisis de variables como la presión de salida, temperatura de uso, transferencia de calor, gasto, así como la cobertura del chorro de la regadera. Al considerar el recipiente contenedor de agua expuesto al medio ambiente, fue necesario aplicar un análisis de transferencia de calor para determinar el impacto de la pérdida de energía en forma de calor en el contenedor. Transferencia de Calor del agua al ambiente en el contenedor.

La figura 13.1 muestra un esquema general del contenedor con las medidas reales.

Figura 13.1. Geometría del contenedor



La línea roja marca la altura donde el agua deja de salir de la válvula de paso que se tiene en la parte superior para el suministro de agua. La temperatura del fluido a su salida es de 33°C mientras que la temperatura del aire medida en un día de primavera por la mañana alcanzó los 25°C. El material del cual está hecho el contenedor es de acrílico y su conductividad térmica es de 0.19 W/m² K.

El análisis de transferencia de calor en el contenedor se ha llevado a cabo considerando las paredes del mismo como planas. De acuerdo a esto, el balance de energía en una de las paredes laterales es:

$$(q_{ent})t = q_{sal} \quad (13.1)$$

La energía que pierde el agua en todo el contenedor se calcula mediante la ecuación

$$q_{sal} = Q = m * Cp * (T_{f1} - T_{f2}) \quad (13.2)$$

Donde m es la masa en kg, Cp es el calor específico calculado a la temperatura de entrada, T_{f1} y T_{f2} son las temperaturas (en °C) del agua y del aire que rodea el contenedor, respectivamente.

De la ecuación (1), se calcula la razón de transferencia de calor desde el contenedor hacia los alrededores, sin embargo, debido a que la geometría del contenedor no es un cubo, se calculan los flujos de calor en las caras que tienen la misma superficie y se suman para obtener el flujo total. De esta forma los flujos de calor para cada una de las superficies son:

$$q_1 = 4 * A_1 * k * (T_{f1} - T_{s2}) \quad (13.3)$$

$$q_2 = 2 * A_2 * k * (T_{f1} - T_{s2}) \quad (13.4)$$

Por lo tanto, el flujo total de transferencia de calor se obtiene como

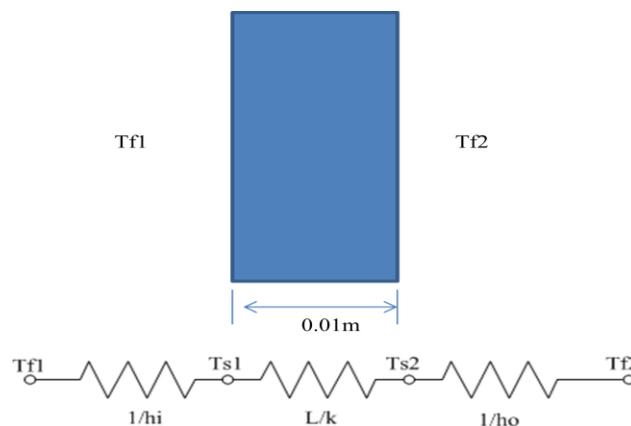
$$q_{ent} = q_1 + q_2 \quad (13.5)$$

De la ecuación (13.1),

$$t = \frac{Q}{q_{ent}} \quad (13.6)$$

Que es el tiempo en que el agua contenida tarda en alcanzar el equilibrio con el ambiente. Los valores de las temperaturas superficiales en cada pared del economizador son calculados mediante el método de resistencia térmica, descrito en la figura 13.2.

Figura 13.2 Circuito térmico de una pared del contenedor



Para el circuito de la Figura 13.1. el análisis de transferencia de calor para una pared queda representado mediante.

$$q_1 = 4 * A_1 * \left(\frac{T_{\infty,i} - T_{\infty,o}}{\frac{1}{h_o} + \frac{L}{k} + \frac{1}{h_i}} \right) \quad (13.7)$$

$$q_2 = 2 * A_2 * \left(\frac{T_{\infty,i} - T_{\infty,o}}{\frac{1}{h_o} + \frac{L}{k} + \frac{1}{h_i}} \right) \quad (13.8)$$

Nuevamente,

$$q_{tot} = q_1 + q_2 \quad (13.9)$$

Además,

$$q_1 = h_i (T_{s,1} - T_{\infty,i}) \quad (13.10)$$

$$q_2 = h_o (T_{s,2} - T_{\infty,o}) \quad (13.11)$$

Por lo que las temperaturas en las superficies del contenedor son:

$$T_{s,1} = 31.2^{\circ}C \quad (13.12)$$

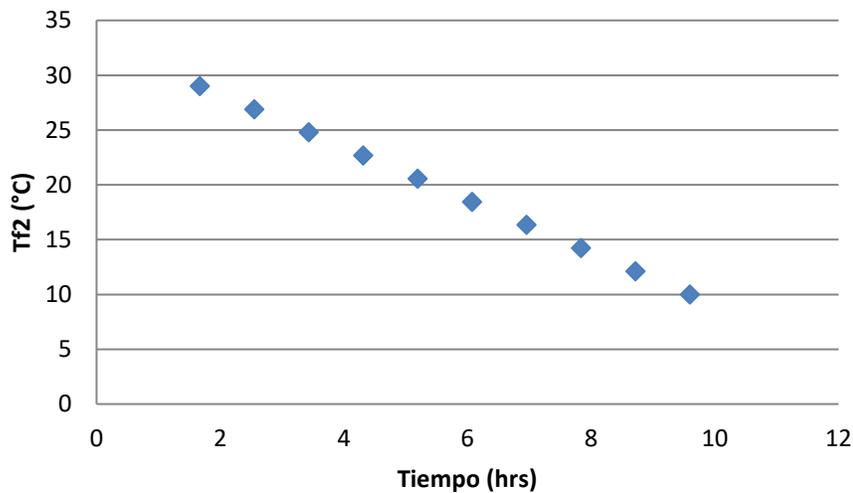
$$T_{s,2} = 25.32^{\circ}C \quad (13.13)$$

De acuerdo a estos valores, sustituyendo la temperatura superficial en el exterior en la ecuación (13.6), el tiempo en el cual el agua alcanza el equilibrio térmico para las condiciones ambientales mencionadas es de 3.476 horas, disipando en este tiempo una cantidad de calor de 552.817 KJ. Si se considera que la persona se ducha a través de la salida de un flujo continuo, las pérdidas de calor en el agua no son significativas para el análisis presentado una vez que se sabe que el tiempo promedio de una persona duchándose es aproximadamente de 15 minutos.

13.2 Comentarios

El análisis de transferencia de calor se ha hecho en estado estable, sin generación de calor y con propiedades constantes. Además, se ha supuesto que la temperatura en el exterior no varía con el tiempo lo cual es una idealización, a lo largo del día, la temperatura varía por lo cual esta variación debe ser considerada. Partiendo de que las variaciones de temperatura en la ciudad de Valle de Santiago a lo largo del año son entre 10 y 29 °C en todo el año, la gráfica que representa el tiempo que tardaría en alcanzar el equilibrio se muestra en la grafico 13.

Grafico 13 Tiempo de espera para que el agua alcance el equilibrio térmico en función de la temperatura ambiente



Los coeficientes convectivos de transferencia de calor asumidos en el análisis se han considerado como promedio en la superficie y sus valores han sido obtenidos de tablas.

13.3 Costos de los componentes

En la tabla siguiente se citan los costos de los elementos básicos del contenedor:

Tabla 13 Lista de componentes y sus costos

COMPONENTE	UNIDAD	COSTO (pesos)
Regadera estándar accionada por válvula de paso	1	150
Llaves de paso	2	240
Flotador	1	35
Contenedor (acrílico)	1	100
Termómetro	1	14.90
Otros		50.00
Opción considerara	TOTAL	589.90

La tabla muestra el costo por unidad fabricada sin considerar la mano de obra.

13.4 Resultados preliminares

Los resultados obtenidos muestran una ventaja significativa de beneficios en la implementación del economizador de agua para regadera de ducha, sin embargo se citan como áreas de oportunidad; el incremento de la presión de salida del agua a través de la implementación de un arreglo Venturi en el ducto de la regadera como una posible opción, así como mejorara la estética del diseño.

Se fabricó el prototipo del contenedor y se efectuaron pruebas simulando el depósito de agua fría y de agua caliente (empleado una resistencia eléctrica) de una casa habitación, para verificar el funcionamiento del flotador, el registro de la temperatura, la presión de salida, el flujo del agua, los niveles de frontera, además de la cobertura del “abanico” del agua en la regadera obteniéndose resultados muy favorables en las pruebas realizadas. En la siguiente figura se presenta una imagen del prototipo.

Figura 13.3 Prototipo del contenedor



Las variables consideradas en el diseño del contenedor presentan algunas fortalezas, tal es el caso de la cantidad de agua que se gasta por momento de uso en la ducha, la cual es aproximadamente un 50% menor en comparación con las regaderas convencionales, de la misma manera la cantidad de calor disipada por el economizador desde el instante en que este está a su máxima capacidad, no repercute de manera significativa en la variación de la temperatura de salida al fluir el agua de manera continua durante su uso. Por otro lado, el área de oportunidad se centra en la presión de salida del agua en la regadera, la cuál como se pudo apreciar es muy baja debido a su dependencia de la altura del nivel del contenedor, sin embargo la cobertura del chorro de agua es aceptable.

13.5 Conclusiones

La importancia que representa una Institución Educativa de Nivel Superior como proveedora no solo de mano de obra calificada, sino también de proyectos que impacten a la sociedad a través de un beneficio social y económico debe ser una constante en los trabajos emprendidos por sus académicos y apoyados por las autoridades competentes.

De ahí la motivación de implementar equipos que representen una opción viable; funcional, económica, además de contribuir con la sustentabilidad ambiental, se ha convertido en el parte aguas de este tipo de trabajos en la institución educativa. Cabe resaltar que se cuenta con una investigación de mercado donde se sustenta el interés general de la población por contar con un equipo como este, una vez reconocida la necesidad de tomar participativamente acciones que contribuyan al ahorro de nuestros recursos, para este caso el del agua.

Por otro lado, se cuenta con el apoyo del Sistema de Agua Potable y Alcantarillados de la ciudad de Valle de Santiago, así como la Dirección de Desarrollo Económico, a través de convenio firmado de colaboración. El prototipo finalizado ya fue presentado al sector empresarial y al personal de la actual administración municipal, así como a los integrantes del Consejo Universitario, con la finalidad de conocer sus puntos de vista y principalmente para definir estrategias para canalizar el uso del prototipo a través de la transferencia de tecnología.

13.6 Referencias

R.J.Oosterbaan y H.J.Nijland, 1994, determinación de la conductividad hidráulica saturada. En: Principios y usos, publicación 16, p.435-476 del drenaje de H.P.Ritzema (ed.) de ILRI. Instituto internacional para la recuperación de tierra y la mejora, Wageningen www.lacomunidadpetrolera.com

Dibujo Industrial. A. Chavalier. Ed. Limusa. 2005

Química General Jerome L. Rosenberg 2ta edición. 1949. McGraw-Hill.

Diseño en Ingeniería Mecánica. Shigley. 8va edición. 2008. McGraw-Hill.

SEMARNAT

Borello Antonio, El plan de Negocios.

Boada Martí, El planeta, Nuestro cuerpo: la ecología, el ambientalismo y la crisis de la modernidad, FCE, México, 2006.

Boada Martí, El planeta, Nuestro cuerpo: la ecología, el ambientalismo y la crisis de la modernidad, FCE, México, 2006.