Licenciatura: ingeniería mecánica.

Nombre del proyecto: Diseño térmico en estado transitorio del campo de calentamiento solar aplicado a una alberca, en la Ciudad de Cuernavaca.

Modalidad: proyecto de investigación.

Versión: primera.

Trimestre lectivo: 21-I

Datos del alumno:

Isaac Alejandro Aguirre Chávez 210205701.

Correo electrónico: al210205701@azc.uam.mx

Firma

Datos del Asesor:

Dr. Rubén José Dorantes Rodríguez.

Profesor titular.

Departamento de adscripción: departamento de energía.

Teléfono: 5553189539

Correo electrónico: rjdr@azc.uam.mx

Firma

17/05/2021

En caso de que el comité de estudios de la licenciatura en ingeniería mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la división de ciencias básicas e ingeniería.

Nombre del alumno: Isaac Alejandro Aguirre Chávez

Firma

Dr. Rubén Dorantes Rodríguez

Firma:

1. Introducción.

La radiación solar es la energía producida por el sol, esta energía llega a la tierra desde el espacio en forma de ondas electromagnéticas. Esta energía puede ser aprovechada por la humanidad al transformarla en calor o electricidad por medio de dispositivos denominados paneles o colectores solares. En la figura 1 se muestran los componentes de un colector solar de tubos de vacío, aunque los hay de otros tipos.

En México hay normas que obligan a calentar albercas con energía solar ya que actualmente está prohibido recurrir totalmente a los hidrocarburos para este fin. Se necesita pues un análisis teórico para evaluar si un colector determinado servirá para cubrir las necesidades de agua caliente en la piscina.

El propósito de este trabajo es realizar un análisis teórico de tipo térmico en estado transitorio, de la temperatura del agua de una alberca con el fin de alcanzar una temperatura de confort entre 27 y 29C y seleccionar el área de captación adecuada para el campo solar de calentamiento.

Figura 1. Componentes de un colector solar de tubos de vacío con termotanque.

2. Antecedentes.

En el año 2003 la ingeniera Georgina García Pacheco en su proyecto de investigación: “evaluación térmica e hidráulica del sistema de calentamiento de la alberca de la primaria Ejercito Mexicano” [1], realizó el diseño de un sistema térmico-hidráulico para el calentamiento de una alberca. De este proyecto se tomará en cuenta el modelo fisicomatemático basado en la primera ley de la termodinámica en estado transitorio para calcular la temperatura del agua de una alberca.

En octubre 2015 el Dr. Rubén Dorantes Rodríguez y el Dr. Humberto Gonzales de la Universidad Autónoma Metropolitana junto con el estudiante de ingeniería física y la Dr. Beatriz Cruz Muñoz de la Universidad Tecnológica de Pereira realizaron un análisis teórico experimental de una alberca en la ciudad de Sogamoso, Colombia [2], con el fin de seleccionar un área para el campo solar. La parte útil de este trabajo son los modelos para determinar el flujo de masa evaporada y la energía perdida por el fenómeno de la evaporación.

En junio del 2008 estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército en Sangolquí, Ecuador, en su tesis: “diseño y construcción de un sistema de aprovechamiento de la energía solar térmica para la climatización del agua de una piscina con capacidad de 60 metros cúbicos, con colectores solares planos para la quinta Carmen” realizaron el diseño y la construcción de un sistema térmico-hidráulico que utiliza la radiación del sol para calentar el agua de una alberca [3]. En este proyecto se tomará en cuenta la forma en que se calcula la eficiencia del colector, el calor útil proporcionado por éste y las pérdidas de energía de la piscina.

En el año 2019, el profesor Miguel Ángel Lozano Serrano público el artículo: “colectores solares” en donde presenta métodos para caracterizar algunos tipos de colectores solares como planos, parabólicos y de tubos de vacío [4]. En el presente trabajo se tomará en cuenta esta información, ya que algunos fabricantes, no siempre presentan las curvas de rendimiento térmico de sus equipos solares, que por norma deben ser obligatorias.

3. Justificación.

Las albercas tienen una infinidad de usos que van desde el entretenimiento hasta el deporte y la rehabilitación física, y en todas estas actividades es requerido que el agua en la piscina este a una temperatura idónea que proporcione confort al usuario. Es necesario realizar un análisis sobre el comportamiento de la temperatura del agua para poder seleccionar un tipo de colector solar adecuado que satisfaga las demandas energéticas por la piscina, ya que en común que muchas albercas no son utilizadas en México o unas cuantas horas al día, porque el agua es muy fría y en ocasiones los deportivos no tienen dinero para pagar el costo del combustible de las calderas, que son usadas para tal efecto.

Al realizar un estudio teórico de la temperatura del agua es posible “diseñar un campo de calentamiento solar” que proporcione dicha cantidad de energía y ayudar a los deportivos a solucionar el problema de confort del agua de sus albercas.

4. Objetivo general:

Diseñar térmicamente un campo de calentamiento solar para calentar una alberca de la ciudad de Cuernavaca utilizando un balance de energía en estado transitorio y datos meteorológicos reales.

Objetivos particulares:

Elaborar una tabla comparativa de algunos tipos de colectores más comunes.

Categorizar las curvas de eficiencia-temperatura de varios tipos de colectores solares.

Caracterizar los colectores que no cuenten con una curva de rendimiento, construyendo sus curvas de eficiencia.

Calcular el flujo másico de vapor de agua causado por el fenómeno de la evaporación.

Determinar la razón de transferencia de calor de la superficie de la alberca por el fenómeno de la evaporación.

Evaluar computacionalmente los modelos fisicomatemáticos para cálculo de la energía útil, la energía de radiación, la energía perdida por convección, evaporación y radiación, etc.

Evaluar computacionalmente el modelo para la temperatura en el agua en estado transitorio y determinar un área de colección adecuada para el calentamiento de la alberca.

5. Metodología

Determinar y analizar un modelo fisicomatemático que permita examinar el cambio respecto del tiempo de la temperatura de una piscina, que es utilizada como el volumen de control termodinámico.

Encontrar un modelo físico matemático que permita determinar la potencia útil aportada por el campo de colectores.

Se inspeccionará las curvas características de varios colectores solares que se usan comúnmente y se evaluará la potencia solar útil para determinar la energía térmica que aporta el campo de colectores solares y se determinará la mejor área de colección posible.

Se evaluará y simulará en un programa en Excel Se evaluarán las ecuaciones para determinar el balance de energía ganada y perdida por la alberca, mediante diversos mecanismos de transferencia de calor como la evaporación, convección y la radiación.

Una vez determinadas toda la potencia ganada y perdida por la alberca se procederá a evaluar en Excel los modelos antes mencionados. Este análisis arrojará como resultado un área de colección adecuada para mantener la temperatura de la piscina en las temperaturas requeridas.

6. Normatividad:

Norma oficial mexicana NOM-027-ENER/SCFI-2018, rendimiento térmico, ahorro de gas y requisitos de seguridad de los calentadores de agua solares y de los calentadores de agua solares con respaldo de un calentador de agua que utiliza como combustible gas L.P o gas natural, especificaciones, método de prueba y etiquetado [5]. Esta norma es relevante porque proporciona información sobre el calor útil mínimo que debe proporcionar un colector.

Norma NADF-008-AMBT-2005, especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en albercas, fosas de clavados, regaderas, lavamanos, usos de cocina, lavanderías y tintorerías [6]. Esta norma se usa para el cálculo del consumo energético anual de una piscina en kJ/año.

Norma NMX-ES-001-NORMEX-2005, establece los métodos de prueba para determinar el rendimiento térmico y las características de funcionalidad de los colectores solares que utilizan como fluido de trabajo agua, comercializados en los Estados Unidos Mexicanos [7]. En nuestro estudio esta norma aporta una base sólida para el cálculo de la eficiencia térmica del colector.

7. Cronograma de actividades.

UEA para la que se solicita autorización:

- Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

No.	Actividad del trimestre 21-O	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Investigar y adquirir las curvas de eficiencia para algunos tipos de colectores solares.	x	x										
2	Examinar un modelo (ecuación) apropiado para la potencia útil del colector		x	x									
3	Adquirir datos meteorológicos reales de la ciudad de Cuernavaca, Morelos, temperatura del agua de la piscina, etc.			x	x								
4	Analizar y simular el modelo (ecuación) de la potencia útil del colector					x	x	x					
5	Investigar y probar un modelo para encontrar la potencia perdida del agua en la alberca. Determinar la radiación, la absortividad del agua							x	x				
6	Calcular la energía requerida por la alberca para mantener su temperatura en el rango de temperaturas (25-30 °C)									x	x		
7	Calcular, simular y graficar las cantidades de calor perdidas y ganadas en la alberca										x	x	x

No.	Actividad del trimestre 21-P	semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Analizar e inspeccionar el modelo físico matemático para la variación de la temperatura de la alberca. Evaluando en el modelo las ganancias y pérdidas de energía del agua de la alberca.	x	x	x									
2	Desarrollar un algoritmo para el cálculo de la temperatura en estado transitorio del agua de la piscina. Esto se hace automatizando el modelo.				x	x	x	x					
3	Evaluar el algoritmo para una diversa cantidad de datos.							x	x	x			
4	Presentar el reporte final.										x	x	x

8. Entregables.

a) Algoritmo para calcular la temperatura del agua en estado transitorio.
b) Reporte final.

9. Referencias bibliográficas.

[1] Georgina García Pacheco, 2013, “Evaluación térmica e hidráulica del sistema de calentamiento solar de la alberca de la primaria Ejercito Mexicano,” tesis, Universidad Autónoma Metropolitana.

[2] Rubén Dorantes Rodríguez, Humberto Gonzales, Jorge Mario Hincapié Zapata, Beatriz Cruz Muñoz, 2015, “Estudio teórico del comportamiento térmico de una piscina calentada con energía solar en Sogamoso, Colombia”, XXXIX semana nacional de energía solar, Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Tecnológica de Pereira, 2015.

[3] Paul Marcelo Dávalos Saa, Francisco Javier Curicana Pinargote, “Diseño y construcción de un sistema de aprovechamiento de la energía solar térmica para la climatización del agua de una piscina con capacidad de sesenta metros cúbicos, con colectores solares planos para la quinta Carmen”, tesis, Escuela Politécnica del Ejercito.

[4] Miguel Ángel Lozano Serrano, 2019, colectores solares térmicos, Universidad de Zaragoza.

[5] Norma oficial mexicana NOM-027-ENER/SCFI-2018.

[6] Norma NADF-008-AMBT-2005.

[7] Norma NMX-ES-001-NORMEX-2005

10. Terminología

No es necesaria.

11. Infraestructura

No es necesaria

12. Asesoría complementaria

No es necesaria

13. Publicación y difusión de los resultados.

Publicar los resultados en la Semana Nacional de Energía Solar y/o el Congreso Internacional de Ing. Física o el Congreso Internacional de Energía.