

Licenciatura en Ingeniería Mecánica

Título:

Análisis del flujo del agua de alimentación en una alberca olímpica mediante simulación numérica en COMSOL.

Modalidad: Proyecto Tecnológico.

Versión: Primera

Trimestre Lectivo: 15P

Alumno: Emmanuel Meza Morales

Matricula:

Correo el

Firma



Datos del Asesor:

Dr. Juan Ramón Morales Gómez

Categoría: Profesor Titular "C"

Departamento de Energía

Teléfono:

Correo e

Firma

Datos del Co – Asesor:

Dr. Raymundo López Callejas

Categoría: Profesor Titular "C"

Departar

Teléfono

Correo e

Firma



A REVISION

Fecha: 1 / 06 / 2015

Declaratoria

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.

Alumno: Meza Morales Emmanuel

Firma

Asesor: Dr. [Redacted] es Gómez

Firma

Co-A [Redacted] Callejas

Firma

1. Introducción

La naturaleza del flujo en albercas depende de varias características, tales como el número y la posición de las entradas y salidas de agua, la geometría de la piscina, y la cantidad de flujo de alimentación.

La temperatura media para la natación cómoda de acuerdo con la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) es 27 °C, aunque puede variar por 5 °C. Pero debido a las variaciones diurnas y estacionales de una piscina no se puede disfrutar cómodamente de todas las veces, a menos que se emplea una fuente de calefacción [1].

La tecnología Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) es utilizada por los ingenieros para la simulación numérica del comportamiento de flujo de un fluido, mezclado, combustión, así como la transferencia de calor y masa. CFD es una técnica de análisis sofisticado que utiliza el método del elemento finito. Las condiciones de frontera se recogen de los resultados de medición incluyendo la temperatura del aire, temperatura del agua, la humedad contenida en el aire y el caudal del flujo de ventilación. CFD puede dar información detallada de flujo de aire y la distribución de la humedad en el área de piscina debido a los diferentes modelos de evaporación del agua [2].

El objetivo de este trabajo es determinar la influencia del ángulo en el plano horizontal de la tubería de suministro de agua caliente mediante simulaciones CFD, obteniendo la distribución de temperatura y velocidad de la alberca cuando no se encuentra en uso.

2. Antecedentes

No existen normas universales que rigen el diseño de una piscina. La Federación Internacional de Natación (FINA), sólo impuso geometrías de 25 x 15 x 1.6 [m] para las competiciones regionales y de 50 x 21 x 1.8 [m] en las competencias nacionales e internacionales, sin especificar ninguna función relacionada con el número de entradas y salidas de agua [3].

- Li, Zhigang et. al. realizaron una investigación de la relación que existe entre la evaporación del agua y el movimiento del aire, determinando el dimensionamiento adecuado del sistema de ventilación en áreas de natación, a través simulaciones CFD en 2D y 3D [4].
- Anaëlle Cloteaux et. al. realizaron un estudio de cómo el diseño de una piscina afecta el comportamiento hidráulico con base en estudios de dinámica de fluidos experimental y computacional (CFD). Desarrollan un modelo basado en el principio de un reactor agitado, el cual podría ser utilizado como una primera aproximación al describir el comportamiento hidráulico de piscinas regulares. Este modelo es adecuado para el estudio de los fenómenos físicos y químicos con tiempos característicos largos [5].
- Nikolav A. Vinnichenko et. al. realizaron un análisis de la evaporación de agua en la superficie de una piscina mediante simulaciones 2D. Incorporan condiciones de frontera físicas sin la prescripción de flujo de masa en la superficie. Proponen un modelo útil en la solución de problemas de estado no estacionario para encontrar la diferencia de temperatura entre el aire y el agua cerca de la superficie del depósito

de agua. Afirmando que la diferencia de temperatura dependerá linealmente de humedad relativa del aire ambiente [6].

Se ha realizado un análisis Termodinámico de la Alberca del Centro Acuático Azcapotzalco, elaborado en UAM Azcapotzalco por el Dr. Raymundo López Callejas, este proyecto será la base para la elaboración del modelado de la piscina en el software COMSOL, ya que proporciona las dimensiones geométricas de todo el Centro Acuático [7].

3. Justificación

La mayor parte de los estudios realizados a las piscinas se enfocan en evaluar las demandas de energía para calefacción y ventilación, las pérdidas energéticas en los suministros de alimentación, así como la cantidad de agua evaporada en la alberca. El método de elemento finito es una manera de simular lo ocurrido dentro de la piscina en cualquier instante, es posible variar sus condiciones iniciales, la geometría, materiales entre otros aspectos, todo esto sin tener que construirlo físicamente, lo que implica obtener ventajas de costo y tiempo. Los resultados obtenidos en una simulación podrían ser utilizados para hacer nuevos diseños y como base para estudios que impliquen mayor complejidad, siempre con el objetivo de mejorar los diseños existentes.

4. Objetivos

Objetivo general

Simular numéricamente la distribución del flujo del agua de alimentación en una alberca olímpica utilizando el software COMSOL.

Objetivos específicos

- Obtener experimentalmente las temperaturas características en las superficies que delimitan a la piscina así como la velocidad del flujo de alimentación cuando la alberca se encuentra en ausencia de nadadores.
- Modelar la configuración para el suministro del agua de alimentación a la alberca olímpica utilizando el software COMSOL, obteniendo las distribuciones de temperatura y velocidad en el seno de la misma.
- Realizar la simulación de la geometría en los suministros del fluido caliente proponiendo tres ángulos de inclinación, 30°, 45° y 60°.

5. Metodología

Se realizará el análisis del flujo del agua de alimentación en la alberca, y así determinar la distribución de temperaturas en el seno del fluido. Para lograrlo se realizará la simulación numérica del comportamiento hidrodinámico del fluido utilizando el software COMSOL. Se simularán tres diversas geometrías para el suministro del fluido caliente a la alberca para determinar la que produzca la mejor distribución de temperaturas, optimizando de esta forma la energía del fluido.

6. Cronograma de Actividades

Trimestre 15-O

Actividades		Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Realizar una investigación preliminar del tema.	X	X	X									
2	Medir las temperaturas así como la velocidad del flujo de alimentación en la Alberca del Centro Acuático Azcapotzalco.				X	X							
3	Evaluar los datos obtenidos experimentalmente para considerar su uso en la simulación numérica.						X	X	X				
4	Modelar la alberca para su implementación en la simulación numérica a través de los planos proporcionados por el Co-Asesor.									X	X	X	X

Trimestre 16-I

Actividades		Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Resolver el modelo en COMSOL.	X	X	X	X								
2	Realizar las tres simulaciones con la variación del ángulo en la tubería.			X	X	X	X	X					
3	Evaluar y analizar los datos obtenidos en la simulación considerando aquéllos que generan la mejor distribución de temperatura.							X	X				
4	Redactar el reporte final del proyecto de integración.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

7. Entregables

Se entregará un reporte del proyecto de integración que incluya el análisis de los datos obtenidos en la simulación.

8. Referencias

[1] Lund, J.W. 2000 'Design Considerations for Pools and Spas (Natatoriums)', Geo-Center.

[2] ANSI, "ANSI/NSPI-1 (2003) Standards for Public Swimming Pools," 2003. www.webtore.ansi.org

[3] FINA, 2009. <http://www.fina.org>

[4] Li, Z., Heiselberg, P., CFD "Simulation for Water Evaporation and Airflow Movement in Swimming Baths", Report for the Project Optimization of Ventilation System in Swimming Bath, Aalborg University, Aalborg, Denmark, 2005.

[5] Anaëlle C., Fabien G., Noël M., "Influence of Swimming Pool Desing on Hidraulic Behavior: A Numerical and Experimental Study", Department of Process Engineering, National Institute of Research and Safety (INRS), Vandoeuvre, France, 2013.

[6] Nikolay A. Vinnichenko, Alexander V. Uvarov, Dmitry A. Vetukov, and Yulia Y. Plaksina., "Direct Computation of Evaporation Rate at the Surface of Swimming Pool", Faculty of Physics, Moscow, 2011.

[7] López Callejas, R. "Análisis Termodinámico de la Alberca del Centro Acuático Azcapotzalco", UAM-AZC, México, 2015

Apéndices

No son necesarios.

9. Terminología

No es necesaria.

10. Infraestructura

Alberca del Centro Acuático Azcapotzalco.

11. Estimación de costos

Partida			Subtotal (\$)
$\left(\frac{\text{Sueldo base semanal}}{40 \text{ horas}}\right)$	Tiempo dedicado al proyecto (horas)	Estimación de la partida (\$/ hora de trabajo)	Subtotal (\$)
Asesor	40	600	24000
Asesorías adicionales	40	600	24000
Otro personal de la UAM			
Equipo específico (Renta de máquinas, herramientas, etc.)			
Software específico (Licencias de Software)			El Co-asesor cuenta con la licencia del software
Equipo de uso general (Cómputo, Impresora, etc.)			
Material de consumo			200
Documentación y publicaciones			
Otros(especificar)			
Total (\$)			48200

12. Asesoría complementaria

No es necesaria.

13. Patrocinio externo

No es necesario.

14. Publicación o difusión de los resultados

Una vez terminado el proyecto se presentarán los resultados obtenidos en algún congreso internacional para difundir el conocimiento adquirido.