

Dinámica de fluidos computacional, una herramienta para la acuicultura

Computational fluid dynamics, a tool for aquaculture

Por Oscar Emir García Mondragón, Boris Miguel López Rebollar y David García Mondragón

Resumen: La dinámica de fluidos computacional (CFD) es una herramienta especializada en evaluar el funcionamiento de sistemas hidrodinámicos, estructurales, de transferencia de calor y de reacciones químicas. Aplicada a la recirculación acuícola, ayuda a diseñar el tanque de sedimentación y los tiempos de alimentación para separar los materiales sólidos del agua, así como la forma en que trabajan los sedimentadores. La utilidad de este software redundará en un ambiente más propicio para la reproducción de peces, en cuatro áreas principales: circulación de agua, remoción de sólidos, biofiltración e intercambio gaseoso.

Palabras clave: dinámica de fluidos, software, acuicultura, sedimentación.

Abstract: Computational fluid dynamics (CFD) is a specialized tool for evaluating the performance of hydrodynamic, structural, heat transfer and chemical reaction systems. Applied to aquaculture recirculation, it helps to design the sedimentation tank and the feeding times to separate the solid materials from the water, as well as the way the settlers work. The usefulness of this software will result in a more favorable environment for fish reproduction in four main areas: water circulation, solids removal, biofiltration and gas exchange.

Keywords: fluid dynamics, software, aquaculture, sedimentation.



Foto: Luis Ángel Velázquez



La tecnología y sus avances facilitan muchas actividades que realizamos en nuestro día a día, y la interacción de disciplinas ha permitido incrementar el conocimiento en áreas específicas, como la mecánica de los fluidos y el cálculo numérico que dieron origen a la dinámica de fluidos computacional (CFD), cuyo principio es la resolución de ecuaciones que rigen el flujo. Esta herramienta está diseñada para analizar fenómenos hidrodinámicos, estructurales, transferencia de calor y fenómenos relacionados con reacciones químicas, combustión, acústica, lo cual posibilita realizar simulaciones por medios computacionales para conocer y evaluar el funcionamiento de un sistema de una forma eficiente, de bajo costo y con un alto grado de aproximación a la realidad.

Particularmente, la acuicultura es una actividad que ha incorporado la CFD en el desarrollo de innovaciones científicas y tecnológicas de frontera en la última década, tal es el caso de los sistemas de recirculación acuícola (SRA). Las innovaciones obtenidas han contribuido a la producción de peces en altas densidades dentro de un ambiente controlado y al mejoramiento de los procesos de saneamiento del agua.

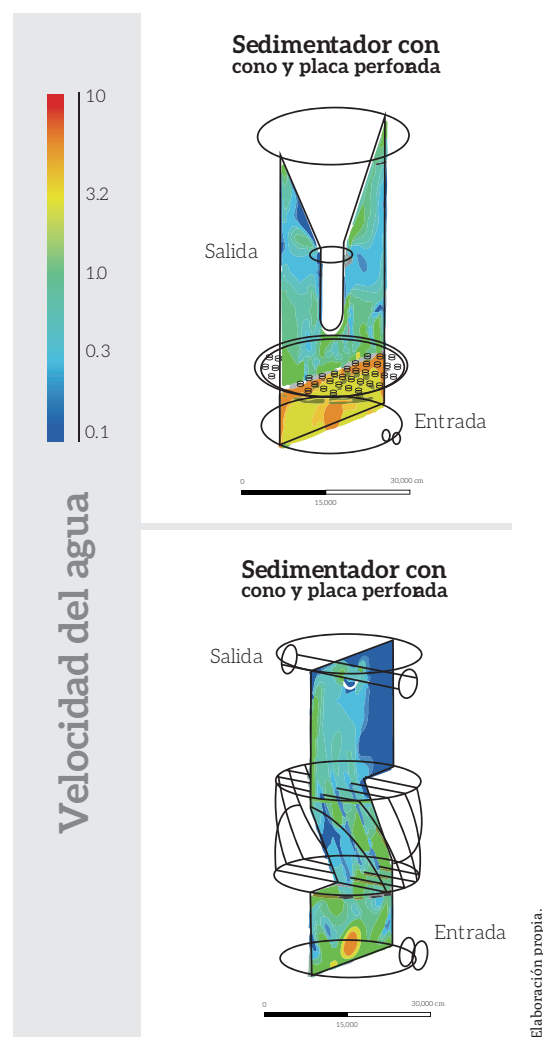
Las funciones básicas de los SRA se dividen en cuatro tratamientos: circulación de agua, remoción de sólidos, biofiltración e intercambio gaseoso. La remoción de sólidos o sedimentación es un proceso natural que utiliza el principio de la gravedad para separar los sólidos que se encuentran en suspensión en el agua de los estanques mediante sedimentadores que pueden ser circulares o rectangulares, para el diseño de se deben tomar en cuenta factores como la cantidad de peces a cultivar, las velocidades de entrada y salida de los sólidos que se desean separar, el tiempo que permanecerá el agua y características propias de los sólidos dentro del sedimentador; a partir de estas se puede diseñar el área superficial y la profundidad del tanque, así como el tiempo de alimentación.

De manera tradicional, los sedimentadores utilizados en los SRA son de dos tipos: el de alta tasa, que usa unas placas inclinadas y en paralelo para dividir las secciones que reducen el flujo del agua con sedimentos, y así separar por gravedad los sólidos del agua. El otro tipo es conocido como lecho fluidizado principio es que los sólidos suspendidos en el agua con una densidad más alta se hundirán, mientras

que los de una densidad más baja flotarán. En ambos se genera separación de sólidos suspendidos en el agua por la reducción de la velocidad (Figura 1, parte inferior).

De acuerdo con el principio de la sedimentación, reducir la velocidad determina su éxito, por ello se propone un sedimentador en forma de cono u ojiva invertida (Figura 1, parte superior). El diseño contempla una placa en forma de plato perforado con círculos uniformemente distribuidos por donde fluye el agua con los sólidos. La

Figura 1. Tipos de sedimentadores



CON ESTE SOFTWARE SE INCREMENTARÁ LA REPRODUCCIÓN DE PECES Y SE MEJORARÁ EL SANEAMIENTO DEL AGUA

interacción de cada círculo con el cono invertido ayuda a bajar la velocidad y así se logra la separación natural de los sólidos.

A través del uso de la simulación CFD es posible visualizar gráficamente los procesos que ocurren dentro del tanque y, a su vez, permite evaluar el funcionamiento para corregir los elementos que limitan su eficiencia. Mediante el software de simulación especializado, es posible realizar una serie de análisis tridimensionales que incluyen un estudio de la geometría utilizada en la ingeniería de diseño hidrodinámico del sedimentador.

A partir de la simulación basada en CFD, se planeó un prototipo, ahora en fase de construcción y que será evaluado de manera experimental en un sistema de recirculación acuícola a escala de laboratorio. Para conocer su eficiencia, será comparada con los datos obtenidos en la simulación para el tentativo registro de una patente. Con lo anterior, se resaltan las ventajas de la simulación por computadora al contar con la facilidad en la evaluación de componentes hidráulicos. Si bien, su uso ayuda a desarrollar muchos procesos físicos en la ingeniería, también es requerido el conocimiento y

dominio de las bases físicas en torno a la simulación con CFD para generar proyectos e interpretar correctamente los resultados que emanan del análisis numérico. 

Referencias

López-Rebollar, Boris Miguel et al., (2023). "Sedimentation efficiency evaluation of an aquaculture tank through experimental floc characterization and CFD simulation", en *Aquacultural Engineering*, vol. 102, 102343. <<https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2023.102343>>.

López-Rebollar, Boris Miguel et al. (2021). "Performance study of annular settler with gratings in circular aquaculture tank using computational fluid dynamics", en *Aquacultural Engineering*, vol. 92, 102143. <<https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102143>>.



Oscar Emir García Mondragón es estudiante de la carrera en Ingeniería en Producción Industrial en la UAEMéx, llevó a cabo un proyecto de propuesta de sedimentador derivado de un proceso de servicio social en el Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua (IITCA).



Boris Miguel López Rebollar es profesor-investigador en el Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua y de la Facultad de Ingeniería de la UAEMéx. Especialista en modelación, simulación numérica, mecánica de fluidos y sistemas energéticos sustentables. Integrante del cuerpo académico de Tecnodesarrollo en Ciencias del Agua en el área de Ingeniería y Tecnología. Miembro del SNI desde 2021. Autor y coautor de artículos en revistas nacionales e internacionales Q1 y Q2. Docente en programas de ingeniería y posgrado desde 2015. Asesor de trabajos de titulación de licenciatura, maestría y doctorado.



David García Mondragón es doctor en Ciencias por la UAEMéx. Actualmente, es investigador y profesor tiempo completo en el Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua. Sus proyectos se enfocan la producción acuícola, con énfasis en el desarrollo de tecnologías sustentables, sistemas de recirculación y domesticación de especies nativas con valor comercial como el acocil.