

Título Simulación Fluidodinámica de Biorreactores Agitados

Tipo de Producto Poster

Autores Moar, Héctor; Yonamine, Pablo y Caron, Pablo

Código del Proyecto y Título del Proyecto

A15T08 - Fluidodinámica Computacional - Simulación y Experimentos

Responsable del Proyecto

Larreteguy, Axel

Línea

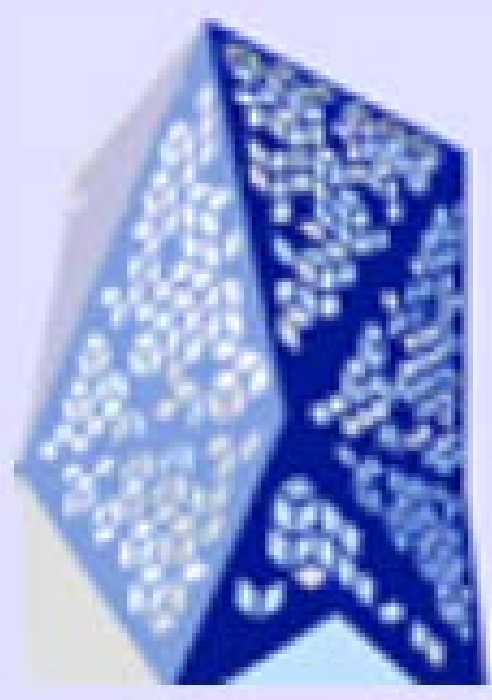
Fluidodinámica Computacional (CFD)

Área Temática

Modelado y Simulación (MyS)

Fecha

Noviembre 2016



Simulación fluidodinámica de biorreactores agitados

Moar*, Hector Ramiro; Yonamine*, Pablo Damián; Caron+, Pablo
hmoar/pyonamine/pcaron@uade.edu.ar

* Alumno Ingeniería Electromecánica

+ Instituto de Tecnología

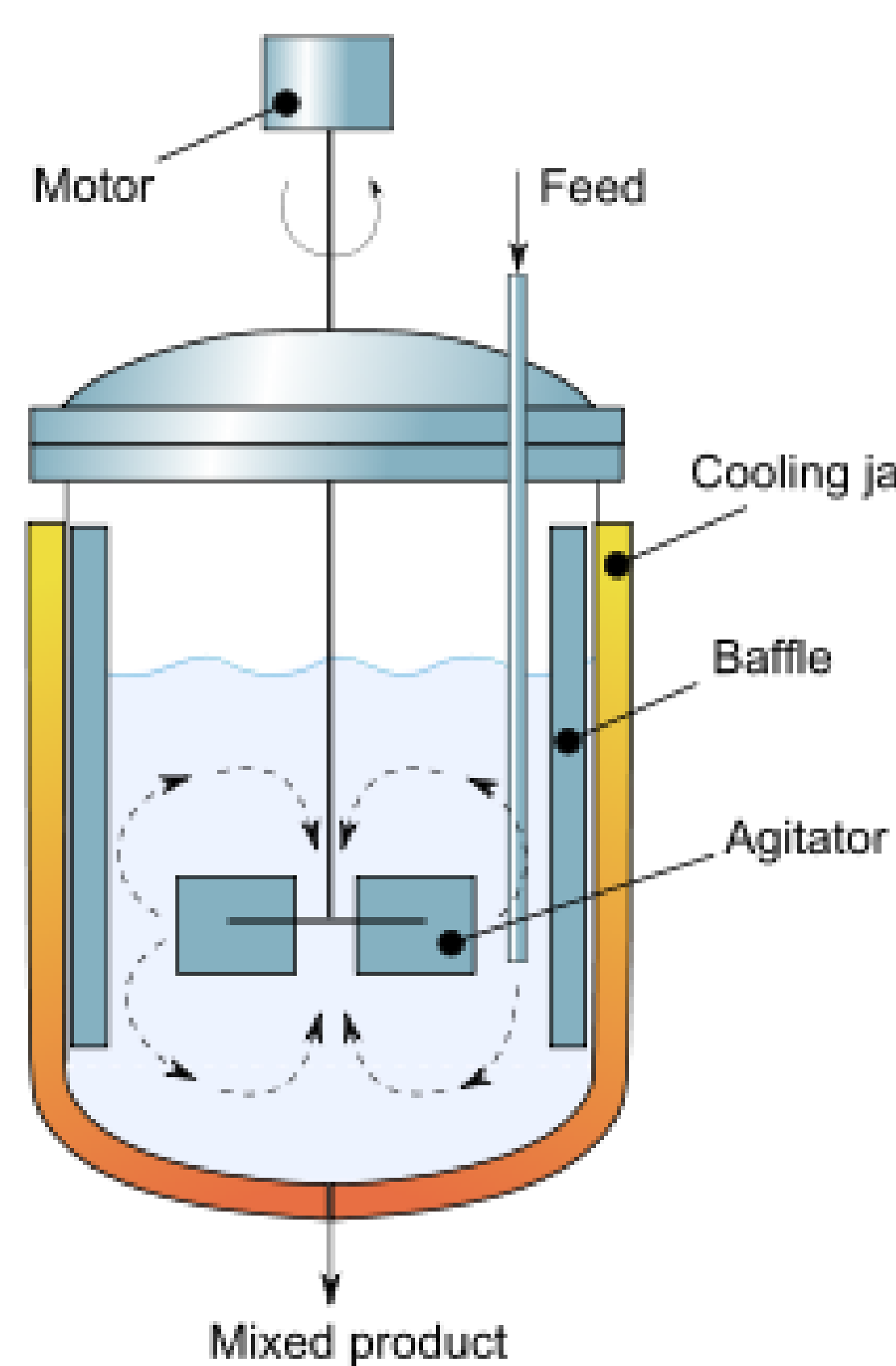
Fundación UADE, Lima 775, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, ARGENTINA

RESUMEN

El biorreactor es uno de los instrumentos fundamentales en las industrias alimenticia, química y biotecnológica. Es un sistema que mantiene un ambiente biológicamente activo y busca mantener condiciones ambientales propicias (pH, temperatura, concentración de oxígeno, mezclado, etc.) al organismo o sustancia química que se cultiva.

En este trabajo realizado en el marco de un Proyecto Final de Carrera se pretende mediante simulaciones fluidodinámicas poner de manifiesto el comportamiento de distintas geometrías de biorreactores, ya sea variando el tipo y velocidad del agitador o la geometría del tanque. El campo de velocidades obtenido de la simulación permite analizar el grado de mezclado, ubicar las zonas de recirculación y estancamiento y analizar las tensiones de corte en las inmediaciones del agitador, ya que estas pueden afectar negativamente el proceso.

INTRODUCCIÓN



El diseño fluidodinámico de un biorreactor para llevar a cabo un determinado proceso debe ser específico para así optimizar el rendimiento, tanto de las reacciones como el mecánico [1].

Por ejemplo, en un proceso anaeróbico, la transferencia óptima de oxígeno es tal vez la tarea más difícil de lograr. El oxígeno se disuelve poco en agua. La transferencia de oxígeno usualmente se facilita mediante la agitación que se requiere también para mezclar los nutrientes y mantener un ambiente homogéneo. Sin embargo existen límites para la velocidad de agitación, debido tanto al consumo de energía como al daño ocasionado a los organismos por elevados esfuerzos de corte.

Debido a que la mejor configuración geométrica de un biorreactor depende del proceso a llevar a cabo, se debe realizar un estudio detallado para analizar las diferentes alternativas y seleccionar aquellas que optimicen el rendimiento del mismo, teniendo en cuenta factores como mezclado, tensiones de corte, etc.

Realizar pruebas de diseño en prototipos es una tarea que tiene un elevado costo y que suele requerir tiempo. Mediante la simulación fluidodinámica podemos reducir ambos en gran medida, pudiendo evaluar diferentes diseños en menores tiempos y optimizar los mismos para los procesos que deseamos llevar a cabo.

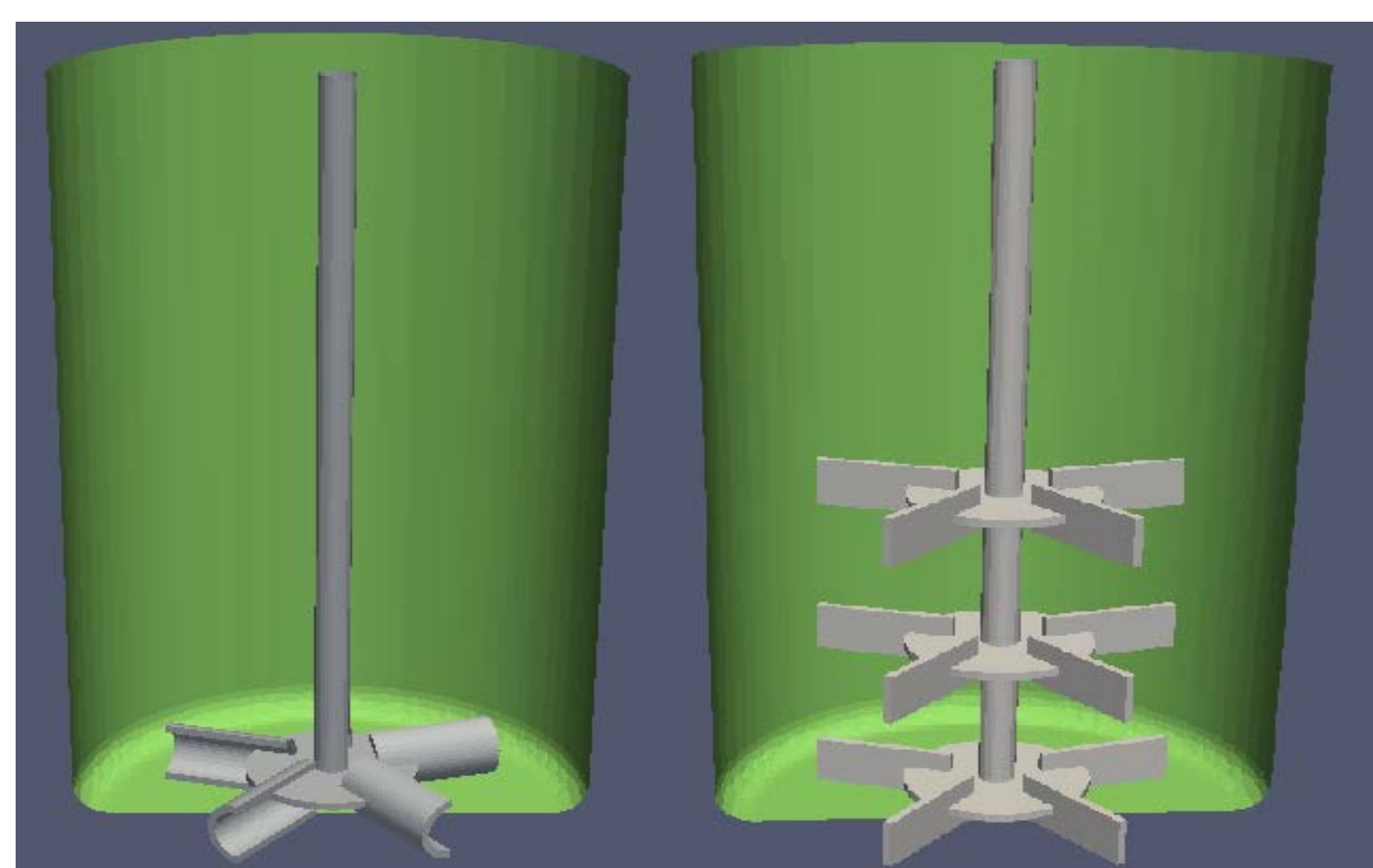
Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo general desarrollar la capacidad para estudiar la dinámica de fluidos en biorreactores agitados mecánicamente, con el objeto de analizar el comportamiento de distintas geometrías para así optimizar los diseños según los requerimientos de los procesos a realizar.

El objetivo particular es la comparación de diseños de paletas de eje vertical central en un tanque cilíndrico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se comparan dos diseños típicos de rotores: Rushton con aspas de mitades de tubo y triple Rushton de aspas planas, ambos agitadores radiales de 5 paletas, como muestra la figura.



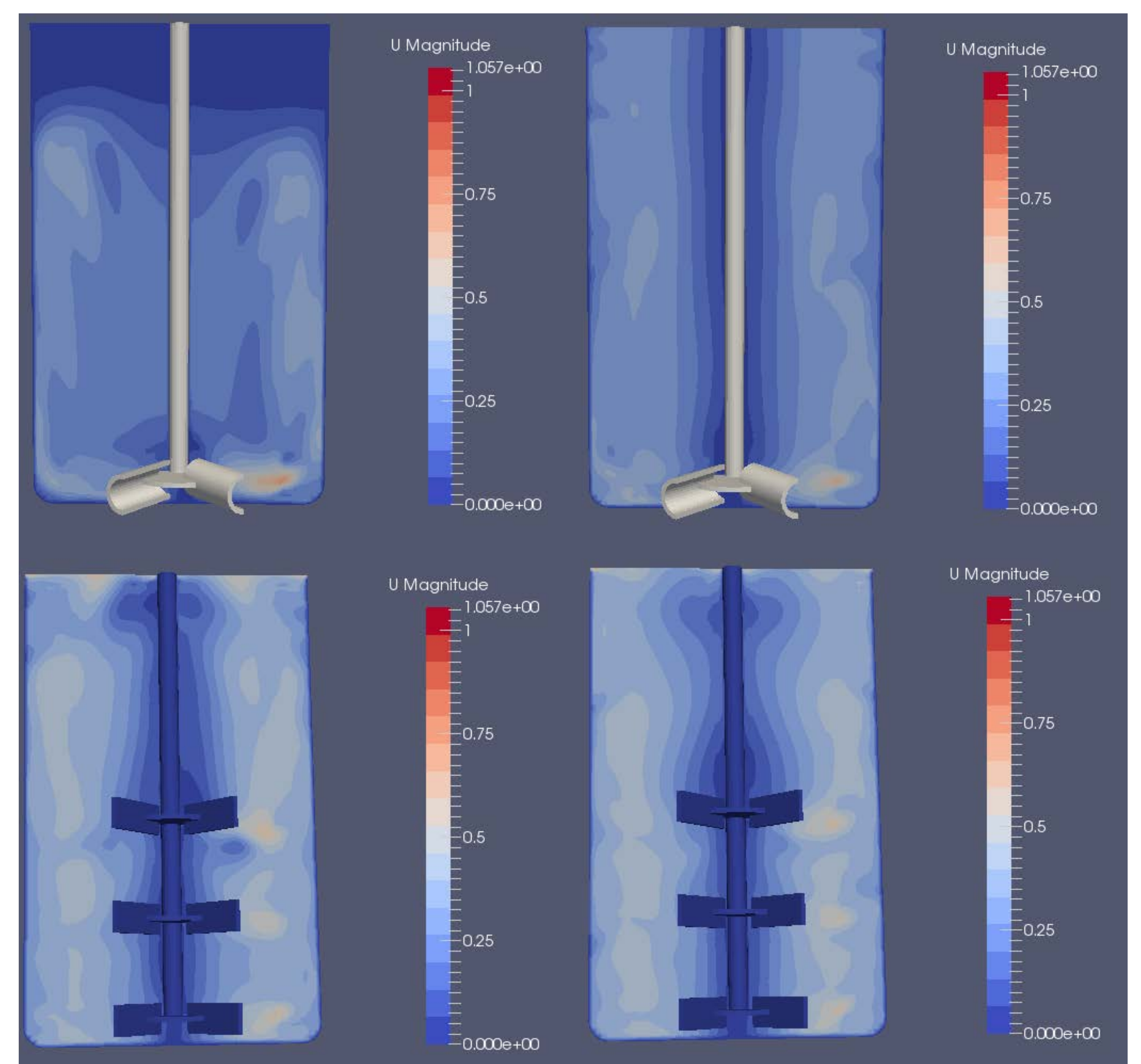
Se considera un tanque cilíndrico de 30cm de diámetro por 50cm de altura. Los diseños geométricos del tanque y los agitadores fueron realizados con herramientas de CAD. Se seleccionó el solver pimpleDymFoam del paquete de código abierto OpenFOAM [2]. Se utilizaron dos mallas, una móvil y otra estacionaria, generadas con snappyHexMesh. La malla móvil es un cilindro interior, contiene al agitador y rota junto con él. La malla estacionaria es la que contiene el resto del volumen del recipiente. El tamaño total es de 180000 celdas. El paso temporal se varía automáticamente para mantener bajo control el número de Courant.

RESULTADOS

Se partió de una condición inicial de fluido en reposo. La velocidad angular seleccionada fue de 1 revolución por segundo. En la tabla siguiente se puede ver como ejemplo la comparación de la evolución de la tensión de corte máxima detectada en todo el dominio para tres tiempos correspondientes a la primera, la quinta, y la décima revolución completa del agitador. Se puede observar como las tensiones tienden a disminuir hacia un valor asintótico, debido a que todo el fluido del tanque es acelerado hasta velocidades de giro cercanas a las del agitador, y que el diseño con aspas de mitad de tubo provoca tensiones mayores que el diseño de aspas planas

τ_w max [Pa/m ²]	Tiempo [s]	1.0	5.0	10.0
Aspas de mitad de tubo		8.82×10^{-2}	7.69×10^{-2}	3.96×10^{-2}
Aspas planas		4.93×10^{-2}	2.57×10^{-2}	1.86×10^{-2}

Se muestran también debajo contornos de magnitudes de velocidad para los dos diseños para los tiempos 5 y 10 segundos.



CONCLUSIONES

Se logró crear un modelo parametrizado funcional que simula la dinámica de fluidos en biorreactores agitados mecánicamente. Algunos de los parámetros de entradas son: el tipo de agitador, RPM del agitador, geometría del recipiente y las características del fluido. En la simulación tenemos como resultado el campo de velocidades del fluido, la distribución de las presiones y las tensiones de corte generadas por el agitador en cada instante. Toda esta información nos permite hacer un análisis detallado del biorreactor y poder optimizarlo para el proceso biotecnológico que se quiera llevar a cabo.

REFERENCIAS

- G.B. Tatterson. "Fluid mixing and gas dispersion in agitated tanks". Ed McGraw-Hill. New York. 1991.
- OpenFOAM, www.openfoam.org

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto A15T08 Fluidodinámica Computacional - Simulación y Experimentos de la Fundación UADE.