



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA - PROGRAMA DE MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CON MENCIÓN EN INGENIERÍA MECÁNICA

**ESTUDIO DE LA HIDRODINÁMICA EN DISEÑOS
PRELIMINARES DE ULTRA-FLOCULADORES
MEDIANTE SIMULACIÓN
NUMÉRICA**

Tesis para optar al Grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería con Mención en Ingeniería Mecánica

Marco Antonio del Río Reyes

Concepción-Chile

2018

Profesores Guías: Dr. Ing. Pablo Cornejo Olivares
Dr. Ing. Fernando Betancourt Cerda
Dpto. de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería
Universidad de Concepción

Sumario

La floculación por polímero convencional es un proceso lento y de mediana eficiencia de recuperación que se realiza a bajas intensidades de mezcla. Se ha demostrado que es posible mejorar, considerablemente, tanto los resultados como los tiempos de tratamiento y los costos del proceso, al aumentar la intensidad de mezcla aplicando el floculante en las primeras etapas del proceso, en lo que se conoce como ultra-floculación. La intensidad de mezcla se mide por medio del gradiente de velocidad o shear rate, que corresponde a una medida del cambio espacial de la velocidad, *i.e.*, del cambio punto a punto de ésta y, tradicionalmente, en el ámbito de la Ingeniería Ambiental se caracteriza mediante el gradiente de velocidad promedio obtenido por la ecuación de Camp-Stein, la cual considera la potencia disipada en el volumen. Dicha expresión solo es válida para casos simples de turbulencia isotrópica y, además, no considera los efectos geométricos del reactor, los cuales son importantes especialmente en reactores hidráulicos. En el presente trabajo se estudia, mediante el uso del código comercial de dinámica de fluidos computacional basado en el método de los volúmenes finitos ANSYS FLUENT, la hidrodinámica en distintos reactores hidráulicos de escala de laboratorio para el proceso de ultra-floculación. El objetivo del estudio es caracterizar la producción de la agitación en cinco distintos reactores hidráulicos a través de simulaciones CFD, para así aumentar el conocimiento sobre los mecanismos que influyen en la agitación en este tipo de reactores, además de evaluar la energía consumida para mezclar el fluido en ellos. Para caracterizar la intensidad de mezcla se utiliza el gradiente de velocidad efectivo, cuyo valor se obtiene del promedio en el volumen del shear rate local; adicionalmente, se emplea la curva de gradiente de velocidad local promedio en el tiempo y el shear rate medio obtenido por la ecuación de Camp-Stein. Se define además, un nuevo valor de shear rate medio, el cual emplea variables hidráulicas que permiten tener un segundo punto de vista respecto a la agitación media y a los mecanismos que influyen en la producción de ésta, con la ventaja de que el cálculo de este valor no depende de la parametrización de subgrilla del modelo de turbulencia utilizado para las simulaciones. La metodología del trabajo consiste en hacer primero una validación experimental con un reactor construido, luego simular cuatro diseños preliminares adicionales y, finalmente, realizar un escalamiento de los diseños más prometedores. Se evidenció que el shear rate depende de tres factores: el cambio de presión, la vorticidad relativa y el nivel de confinamiento del fluido (razón entre el volumen confinado y el área de confinamiento); de los cuales los dos primeros son los más eficientes para producir agitación de forma hidráulica.