

**UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
NORTHWESTERN SWITZERLAND**

INSTITUTO DE INGENIERÍA TÉRMICA Y DE FLUIDOS



PROYECTO FINAL

Optimización de flujos y criterios de ahorro de agua relacionados con los mecanismos de lavado

AUTOR: ELISA GARCIA MUÑOZ

TUTOR: DANIEL WEISS

FEBRERO 2012

- **AUTOR:** Elisa García Muñoz
- **TUTOR:** Daniel Weiss
- **INSTITUCIÓN:** University of Applied Sciences Northwestern
Switzerland
- **COORDINADOR ACADÉMICO:** Elisa María Ruiz Navas
- **COTUTOR EN UCIIM:** Elisa María Ruiz Navas
- **FECHA DE LECTURA:** 24/02/2012
- **CALIFICACIÓN OBTENIDA:** 4/6

ÍNDICE

- Objetivos del Proyecto.....pág. 4
- Estructura del Proyecto.....pág.5
- Conclusiones.....pág.9

OBJETIVOS DEL PROYECTO

El principal objetivo del presente proyecto fin de carrera es modelar y simular numéricamente los procesos relacionados con el lavado y la limpieza mediante fluidos de determinados recipientes.

Para ello, en este proyecto se han realizado una serie de comparaciones entre diferentes configuraciones, teniendo en cuenta únicamente la geometría de entrada y salida del fluido. En la última parte de este proyecto, se realiza una modificación del mallado, estudiándose el comportamiento de las partículas tras esta variación.

Se ha utilizado agua como fluido de estudio, variando tanto la velocidad de entrada a los diferentes recipientes, como el volumen de fluido.

ESTRUCTURA DEL PROYECTO

En primer lugar, se han llevado a cabo dos estudios:

- Por un lado, se analiza el comportamiento de una partícula que es arrastrada por el fluido a lo largo de una columna de agua que descarga al exterior por su parte inferior.
- Por otro lado, se estudia la descarga de fluido contenido en un recipiente de forma cúbica a través de un orificio en su base.

Estos dos estudios preliminares se realizan con el simple objetivo de familiarizarse con el software con el que trabajaremos a lo largo de este proyecto.

Una vez familiarizados con el software, se lleva a cabo la simulación de un recipiente de forma esferoidal, en el que se sitúan una serie de partículas de forma aleatoria en su interior; se varía en este estudio tanto la geometría de entrada, como la velocidad del fluido.

Este proyecto se ha dividido en los siguientes apartados:

1. **Software: FLOW-3D:**

En este apartado se habla del software utilizado para simular los mecanismos de limpieza. Este software es apropiado para simular fluidos en la superficie libre, basándose en el método de las diferencias finitas, y empleando una estructura de mallado independiente de la geometría del dominio de estudio.

2. **Flush Toilets:**

Se exponen diferentes tipos de mecanismos de limpieza.

3. **Método de los Volúmenes Fluidos (VOF):**

En esta sección se habla del VOF, una técnica numérica que permite localizar la superficie libre en la dinámica de fluidos.

4. **Tutorial FLOW-3D:**

Para llevar a cabo el modelado y la simulación de los diferentes procesos, en primer lugar se realiza un estudio preliminar, como ya hemos comentado más arriba, con el fin de familiarizarse con el software.

5. **Esferoide:**

En esta sección, se analizan diferentes casos, utilizando una geometría esferoidal e introduciendo en cada caso, diferente número de entradas y diferentes velocidades de fluido.

6. **Conclusiones:**

En este último apartado, se comentan una serie de conclusiones alcanzadas durante el desarrollo de este proyecto.

Comentar, en cuanto al apartado 5. Esferoide, que este apartado es el nudo central del proyecto, en el que se analiza como evolucionan las partículas en el interior del recipiente con la geometría deseada.

Se han analizado 5 casos diferentes; en todos ellos, se emplean un volumen de 10 litros, y 8 partículas, colocadas aleatoriamente en el interior del recipiente. En estos estudios, se varía únicamente el número de entradas al recipiente y la velocidad de entrada del fluido.

- **Caso A:**

Se utiliza una geometría esferoidal, formada por 1 única entrada del fluido; en este caso, la velocidad de entrada del fluido es de 2 l/s.

Llegamos a un resultado de que sólo 1 partícula de las 8 modifica su posición inicial, pero ninguna es barrida por completo.

- **Caso B:**

Se utiliza una geometría esferoidal, formada por 1 única entrada del fluido; en este caso, la velocidad de entrada del fluido es de 5 l/s.

Llegamos a un resultado de que sólo 1 partícula de las 8 modifica su posición inicial, y es esta partícula la única que es barrida por completo.

- **Caso C:**

Se utiliza una geometría esferoidal, formada por 2 entradas del fluido; en este caso, la velocidad de entrada del fluido es de 2 l/s.

Llegamos a un resultado de que 3 partículas de las 8 modifican su posición inicial, pero sólo una de ellas es barrida por completo.

- **Caso D:**

Se utiliza una geometría esferoidal, formada por 3 entradas del fluido; en este caso, la velocidad de entrada del fluido es de 2 l/s.

Llegamos a un resultado de que 3 partículas de las 8 modifican su posición inicial, pero sólo una de ellas es barrida por completo.

- **Caso E:**

Se utiliza una geometría esferoidal, formada por 4 entradas del fluido; en este caso, la velocidad de entrada del fluido es de 2 l/s.

Llegamos a un resultado de que 3 partículas de las 8 modifican su posición inicial, siendo estas 3 partículas barridas por completo.

Por último, se ha realizado una modificación del mallado, y para ver la evolución de las partículas, nos hemos centrado en la simulación de un único caso de los 5 analizados anteriormente.

Se ha basado el estudio en la geometría y condiciones del caso D. Comentar que anteriormente la simulación realizada se ha basado en un mallado de 120x120x120 celdas. A continuación se realizan dos estudios:

- Mallado de 200x200x200 celdas:

En este caso, 3 partículas de las 8 modifican su posición inicial, pero sólo 2 de ellas son barridas por completo.

- Mallado de 80x80x80 celdas:

En este caso, 3 partículas de las 8 modifican su posición inicial, siendo estas 3 partículas barridas por completo.

En el caso de utilizar un refinamiento de 120x120x120 celdas, únicamente 1 partícula es barrida por completo, por tanto, se llega a la conclusión que cualquiera de los dos refinamientos, 200x200x200 y 80x80x80 son mejores que el mallado de 120x120x120, siendo el mallado de 80x80x80 el mejor de los tres.

CONCLUSIONES

Este proyecto comenzó con el objetivo de simular y modelar numéricamente los mecanismos de limpieza de determinados recipientes.

Para ello, se ha usado una configuración esférica, en la que se han introducido 8 partículas situadas aleatoriamente, y en la que se han introducido diferentes modificaciones en la geometría, relacionado con el número de entradas de fluido.

Por tanto, al analizar los 5 casos estudiados anteriormente, con un mallado de 120x120x120 celdas en todos ellos, se ha llegado a la conclusión de que la mejor configuración para lograr un mejor lavado del recipiente, tanto a nivel del número de entradas de fluido como de la velocidad del fluido de entrada, es aquella que dispone de cuatro entradas y que emplea un fluido con una velocidad no muy elevada, en este caso, una velocidad de 2l/s.

Y finalmente comentar que, realizando un refinamiento del mallado, el caso más favorable es usar un mallado de 80x80x80 celdas, con el que se consigue un mayor barrido de partículas en menos tiempo.