

Título Separación de fases en flujos rotantes usando Openfoam

Tipo de Producto Ponencia (resumen)

Autores Barceló, F.; Caron, P. y Larreteguy, A.

Código del Proyecto y Título del Proyecto

P14T03 - Modelos Multicomponente Para El Análisis, Optimización Y Diseño De Equipos Y
Procesos Industriales: Separadores De Fases

Responsable del Proyecto

Larreteguy, Axel

Línea

Fluidodinámica Computacional (CFD)

Área Temática

Modelado y Simulación Computacional (MYS)

Fecha

Septiembre 2014

SEPARACIÓN DE FASES EN FLUJOS ROTANTES USANDO OPENFOAM®

Francisco Barceló, Pablo Caron, Axel Larreteguy

Instituto de Tecnología - Universidad Argentina de la Empresa



candoit
Ingeniería y Tecnología

- Introducción y Motivación.
- El Modelo.
 - Determinación de V_0
 - Viscosidad de Mezcla
- El Separador Voraxial®
- Pruebas de concepto 2D
- Pruebas de concepto 3D
 - Tanque Rotante
 - Flujo Axial rotante (One-way coupling)
- Discusión y conclusiones.

- Línea de desarrollo de capacidades para el modelado de separación agua petróleo.
- Relación estrecha entre UADE y consultoras de ingeniería.
- Participación en numerosos proyectos para la industria petrolera.
- Resultados cualitativamente aceptables y congruentes con la experiencia en campo.
- Posibilidad de validación experimental con un nuevo concepto de separador.
- Desarrollo tecnológico en el área en Argentina

- Desarrollado por Ishii e Hibiki en base al modelo de dos fluidos (Ishii 1987).
- Considera a la mezcla como un único Pseudofluido.
- Concepto de velocidad de deslizamiento para representar la diferencia de velocidad entre fases.
- Ecuaciones de conservación de masa, momento y fase dispersa.
- Velocidad del centro de volumen

$$\mathbf{j} = \alpha_1 \mathbf{v}_1 + \alpha_2 \mathbf{v}_2, \quad (1)$$

- Velocidad del centro de masa

$$\mathbf{v}_m = \frac{\alpha_1 \rho_1 \mathbf{v}_1 + \alpha_2 \rho_2 \mathbf{v}_2}{\rho_m}, \quad (2)$$

- densidad media

$$\rho_m = \alpha_1 \rho_1 + \alpha_2 \rho_2 \quad (3)$$

- Velocidad de drift \mathbf{v}_{kj} de la fase k relativa al flujo volumétrico \mathbf{j}

$$\mathbf{v}_{kj} = \mathbf{v}_k - \mathbf{j}. \quad (4)$$

- Para este modelo:

$$\mathbf{v}_{2j} = \mathbf{v}_{2j}(\alpha_2). \quad (5)$$

-

$$\mathbf{v}_{2j} = \mathbf{V}_0 \left[1 - \min\left(1, \frac{\alpha_2}{\alpha_{2max}}\right) \right]^a, \quad (6)$$

$$\frac{\partial \rho_m}{\partial t} + \nabla \cdot \rho_m \mathbf{v}_m = 0, \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho_m \mathbf{v}_m}{\partial t} + \nabla \cdot \rho_m \mathbf{v}_m \mathbf{v}_m &= -\nabla p_m + \nabla \cdot (\boldsymbol{\tau} + \boldsymbol{\tau}^t) \\ &\quad - \nabla \cdot \left[\frac{\alpha_2 \rho_1 \rho_2}{(1 - \alpha_2) \rho_m} \mathbf{v}_{2j} \mathbf{v}_{2j} \right] + \rho_m \mathbf{g}, \end{aligned} \quad (8)$$

$$\frac{\partial \alpha_2 \rho_2}{\partial t} + \nabla \cdot \alpha_2 \rho_2 \mathbf{v}_m = -\nabla \cdot \left(\frac{\alpha_2 \rho_1 \rho_2}{\rho_m} \mathbf{v}_{2j} \right), \quad (9)$$

- Originalmente determinada según la Ley de Stokes

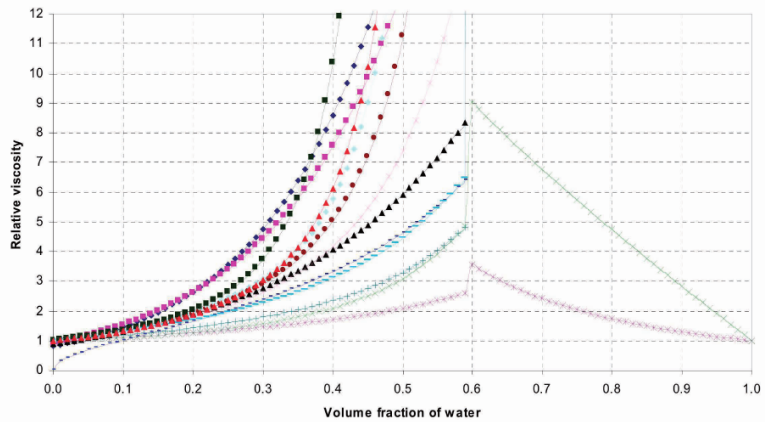
$$\mathbf{V}_0 = \frac{2}{9} \frac{r^2(\rho_d - \rho_c)\mathbf{g}}{\mu_c} \quad (10)$$

- Se modificó la ecuación para incorporar el efecto del Gradiente de Presión

$$\mathbf{V}_0 = \frac{2}{9} \frac{r^2(\rho_d\mathbf{g} - \nabla p)}{\mu_c} \quad (11)$$

- Desarrollado a partir de diversos estudios experimentales y numéricos

Relative mixture viscosity for water in oil dispersions (inversion at 60% watercut)



- | | | | |
|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|
| ◆ Rønningsen 30 1/s | ■ Rønningsen 100 1/s | ▲ Rønningsen 500 1/s | ○ Einstein |
| × Ishii & Zuber | ● Krieger | ○ Chong | ○ Frankel & Acrivos |
| — Pal & Rhodes | ○ Thomas | ○ Mooney (mono) | ○ Chong, Christensen & Baer |
| — Pan, Jayanti & Hewitt | ○ Mooney (poly) | | |

- Desarrollado a partir de diversos estudios experimentales y numéricos

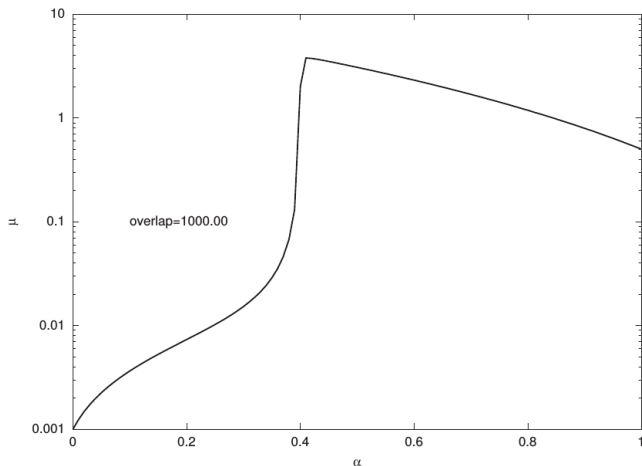


Figura 5: Viscosidad absoluta en función de la concentración de petróleo: modelo adoptado en el presente trabajo ($\eta \equiv overlap$)

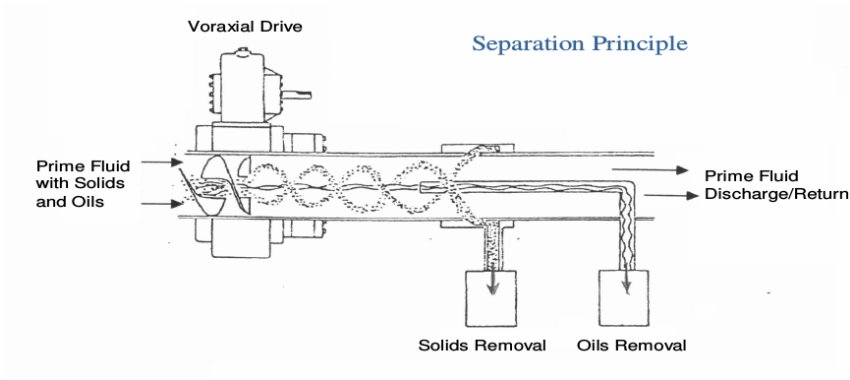
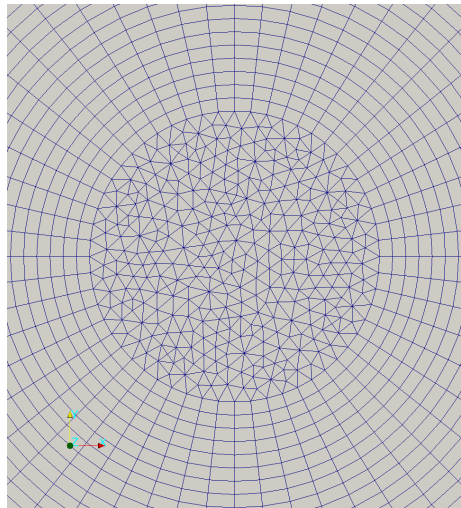
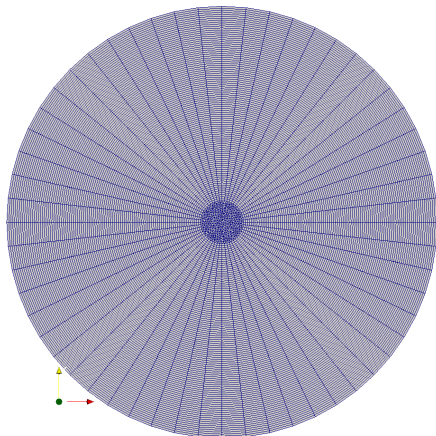


Figure : Principio de funcionamiento de un separador Voraxial®.

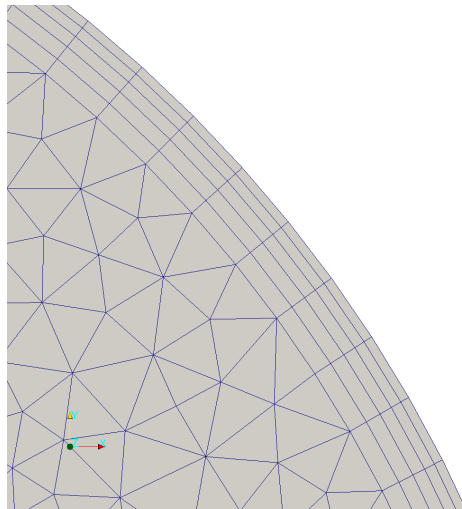
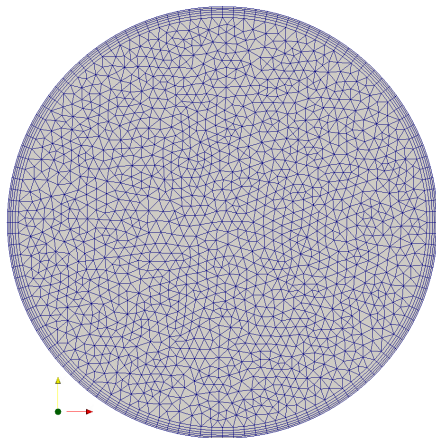
	mallla radial	mallla no estructurada
laminar	1	2
turbulento	3	4

	$\alpha_{t=0}$	μ_c	μ_d	turbulencia
1	0.1	0.03	0.03	off
2	0.1	0.03	0.03	off
3	0.1	0.001	0.03	kEpsilon
4	0.1	0.001	0.03	kEpsilon

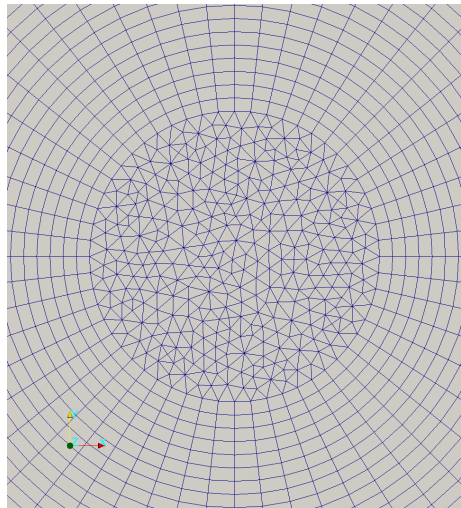
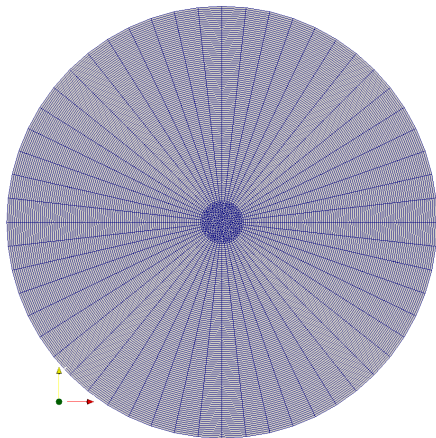
- Simulación laminar
- Ambos fluidos $\mu = 0.03$



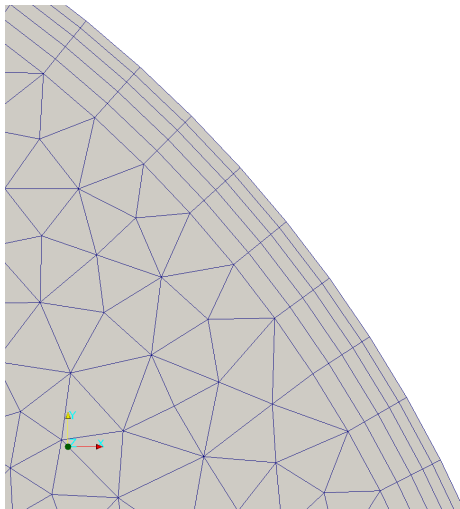
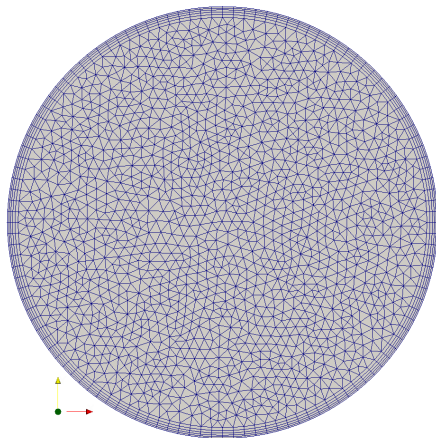
- Simulación laminar
- Ambos fluidos $\mu = 0.03$



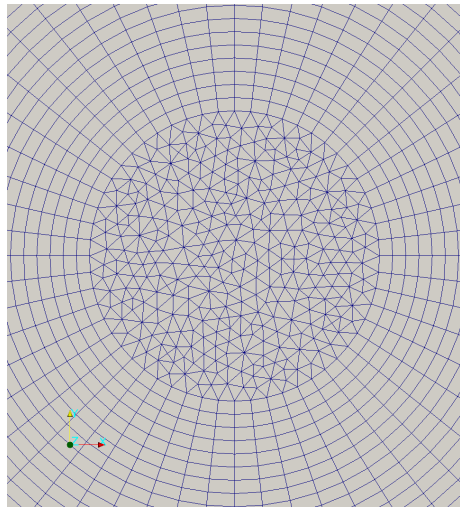
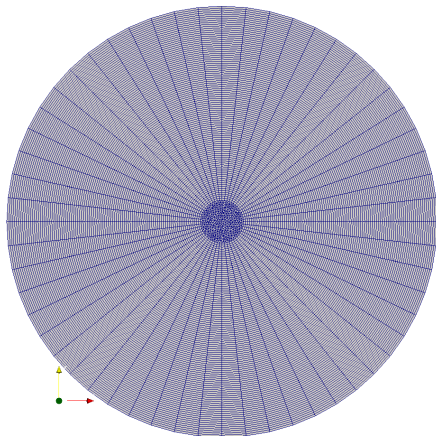
- Simulación turbulenta (kEpsilon)
- $\mu_c = 0.001$ $mu_d = 0.03$



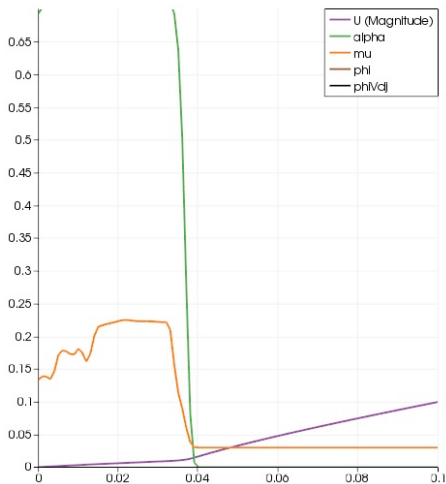
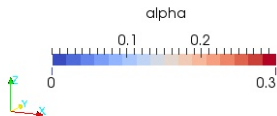
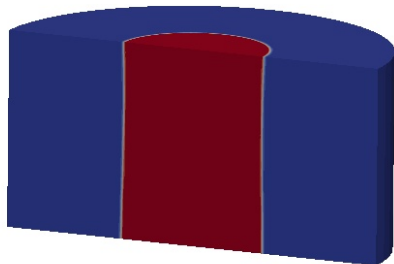
- Simulación turbulenta (kEpsilon)
- $\mu_c = 0.001$ $mu_d = 0.03$



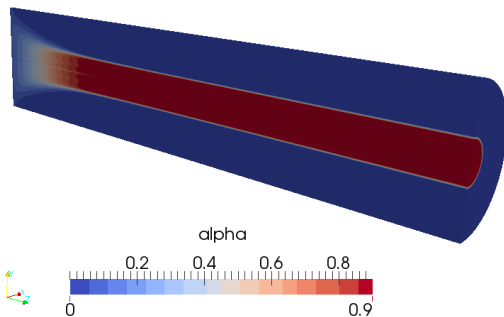
- Simulación laminar
- Ambos fluidos $\mu = 0.03$
- Paredes sin deslizamiento



- Simulación laminar



- Flujo axial rotante
- Transporte puro (No se resuelve la ecuación de velocidad)



Avances hasta el momento

- Modelo de separación de fases por gradientes de presión en desarrollo
- Implementación verificada de la ecuación modificadora de V_0
- Identificación de conflictos del modelo original respecto a:
 - La implementación del modelo turbulento
 - El comportamiento de condiciones de borde slip

Trabajos Futuros

- Hallar una solución estacionaria verificable de manera analítica del problema de separación de fases por rotación.
- Revisión de las modificaciones a $k - \epsilon$ propuestas por Brennan
- Simulación del separador Voraxial® y validación experimental