



2nd International Symposium on Master Engineering

Booklets



RENIECYT - LATINDEX - EBSCO - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - Google Scholar DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Parameterization of the separation of chemical species in a multilayer polymeric membrane system with potential use in hemofiltration

Author: NUÑEZ-HERNÁNDEZ, Lourdes Nohemi

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BIMES Control Number: 2022-14

BIMES Classification (2022): 231122-0014

Pages: 23

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

143 – 50 Itzopan Street

La Florida, Ecatepec Municipality

Mexico State, 55120 Zipcode

Phone: +52 1 55 6159 2296

Skype: ecorfan-mexico.s.c.

E-mail: contacto@ecorfan.org

Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

La Enfermedades Renales Crónicas presente en México y el mundo

- Las Enfermedades Renales Crónicas (ERC) son un problema de gran dimensión en México, cuyas proporciones e impacto apenas se comienzan a comprender. Este problema en su mayor parte es consecuencia de Enfermedad Crónica No Transmisible mal atendidas.
- Actualmente en México no existe un registro nacional de casos de padecimientos renales, ya que no se tiene el conocimiento entre la población de las causas, consecuencias y prevención de una ERC.
- Algunas de la primeras causas de una ERC son: el sobrepeso, la obesidad, la diabetes, la hipertensión arterial sistémica, las dislipidemias, por mencionar las más importantes.
- Algunos tratamientos como la diálisis o un trasplante son excelentes para remediar una ECR.

PRINCIPIO DE DIÁLISIS

La membrana de diálisis contiene poros que permiten el paso de sustancias de moléculas pequeñas como agua, urea, creatinina y glucosa pero algunas otras como los glóbulos rojos, blancos y plaquetas son retenidas.

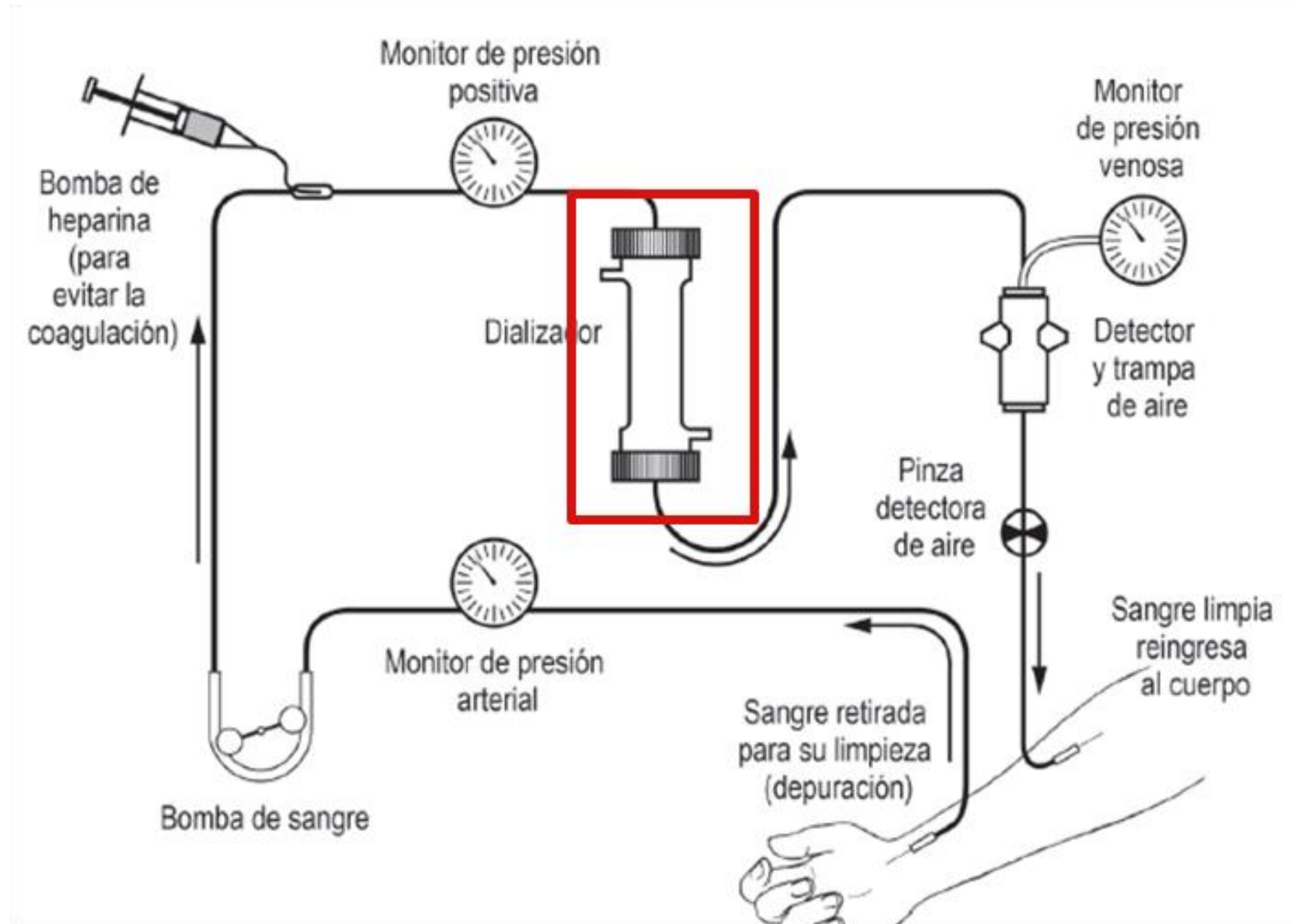
Existen tres tipos de tratamientos comunes :

*Hemodiálisis: La eliminación de solutos se realiza básicamente solo por difusión.

*Hemofiltración: La eliminación de solutos se realiza solo por convección.

* Hemodiafiltración: La eliminación de solutos se realiza por difusión y convección.

Dializador que contiene a la membrana



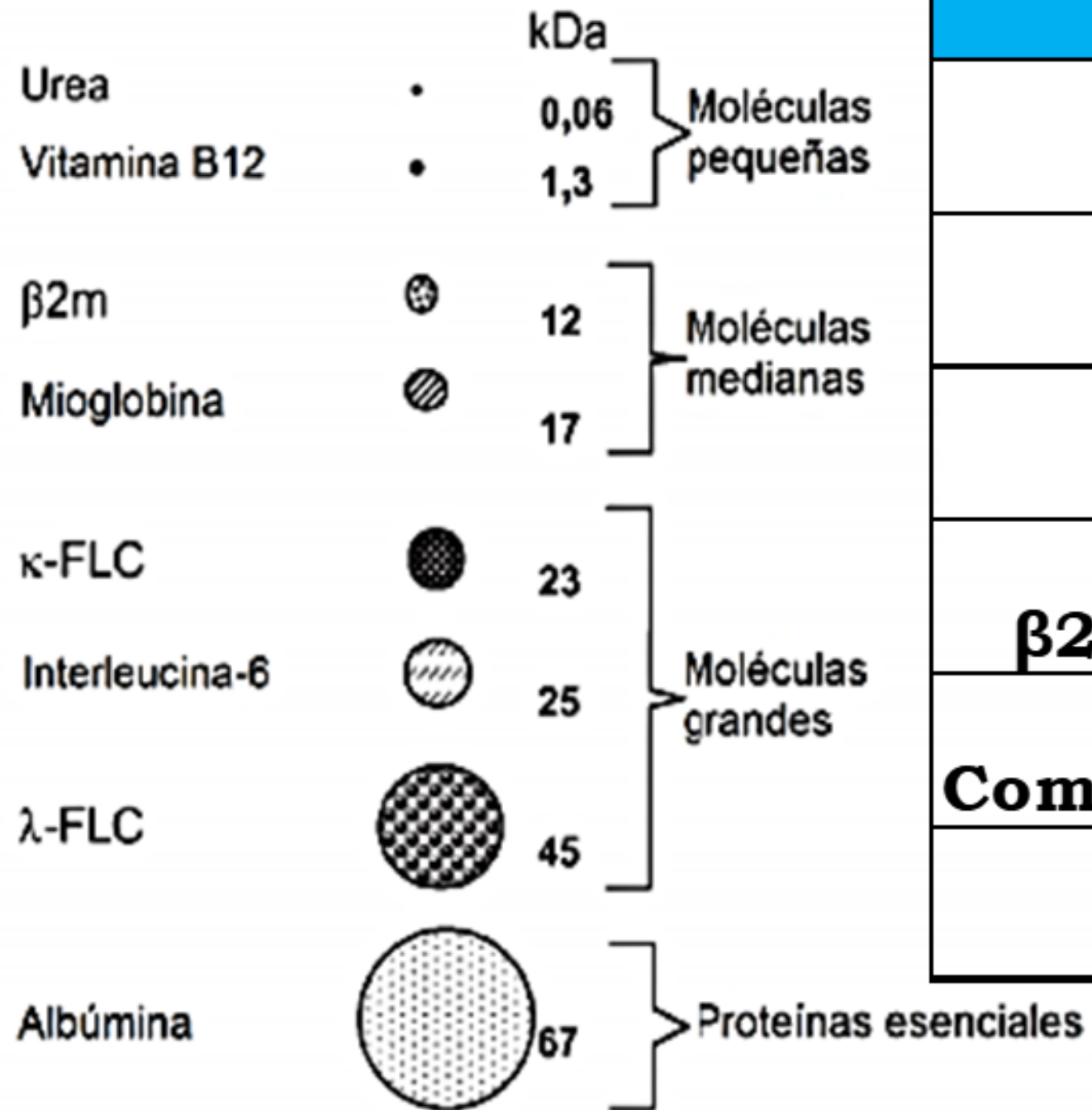
Esquemmatización de Hemofiltración (Piaskowski)

JUSTIFICACIÓN

Las Enfermedades Renales Crónicas (ERC) han estado presentes en nuestro entorno desde hace muchos años, siendo una de las principales causas de muerte entre la población.

De acuerdo a los informes presentados por la Sociedad Española de Nefrología (SEN), una de cada diez personas en el mundo padecen una enfermedad crónica renal, aunque el 90% de los enfermos no es consiente.

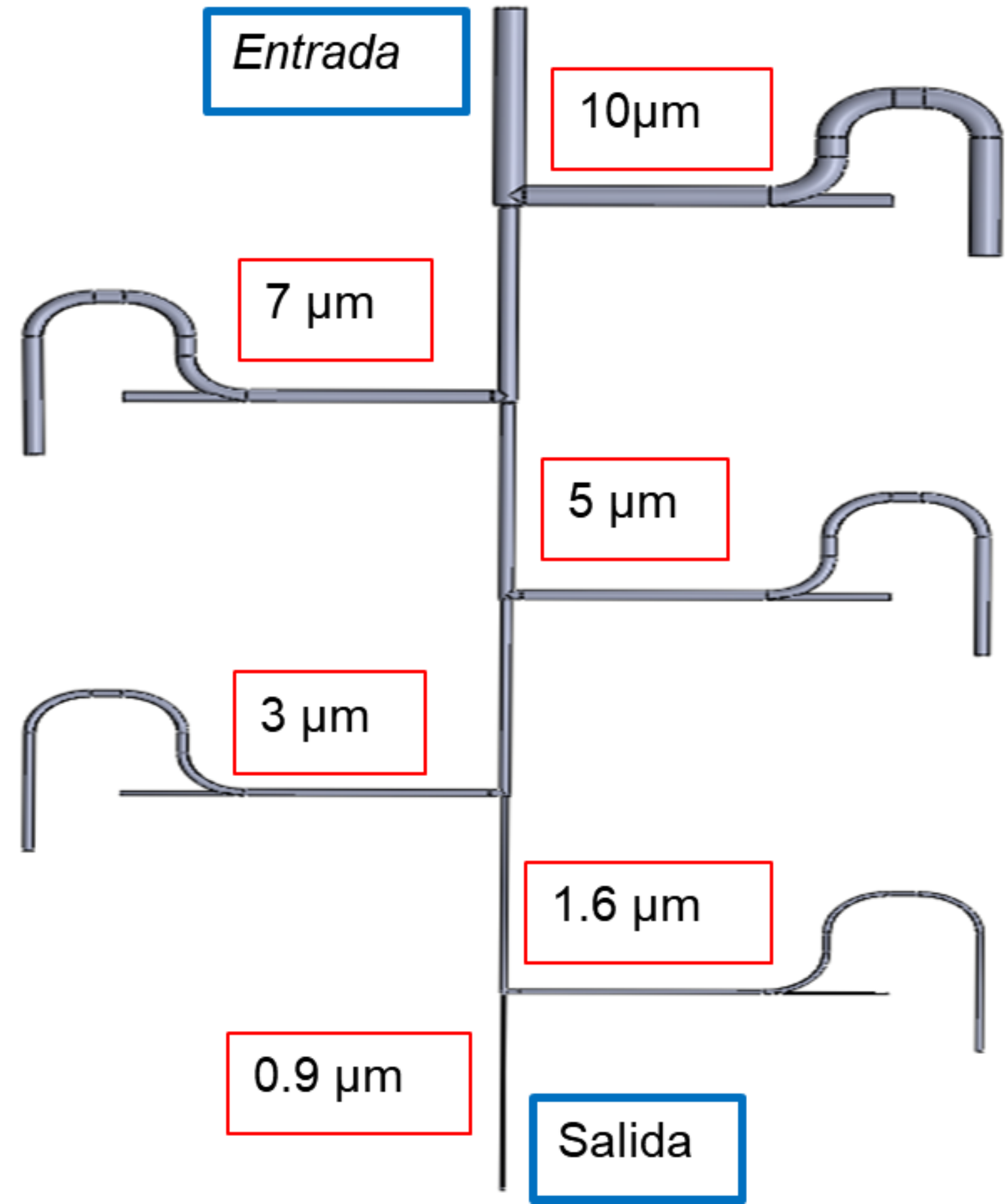
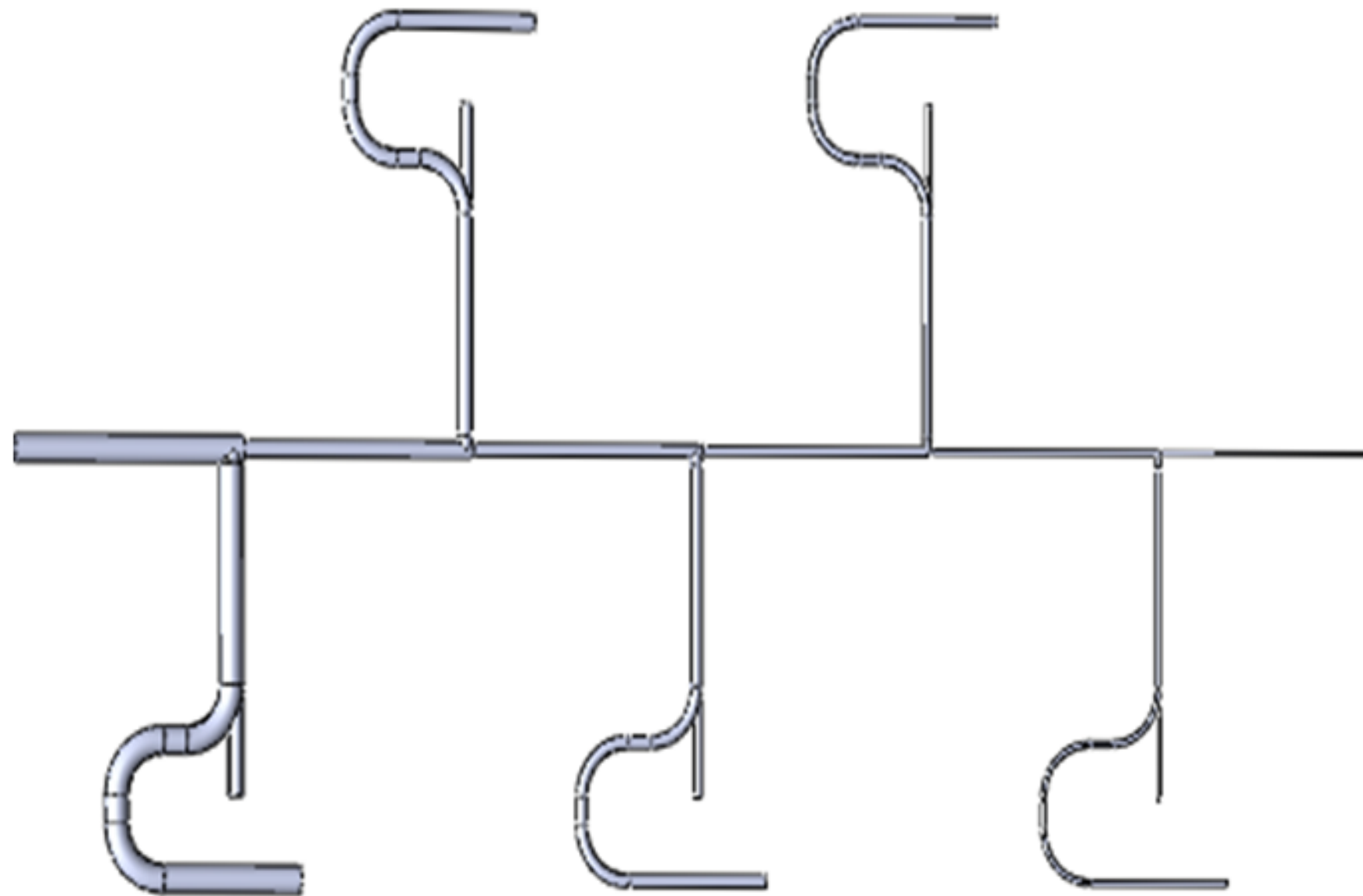
ESPECIES QUIMICAS PRESENTES EN LA SANGRE



Molécula	Masa Molecular	Radio (nm)
Urea	60	0.24
Glucosa	180	0.5
Endotelina	4282.8	1.3
β2-Microglobulina	11800	1.94
Complemento factor D	24000	2.56
Albumina	66000	3.9

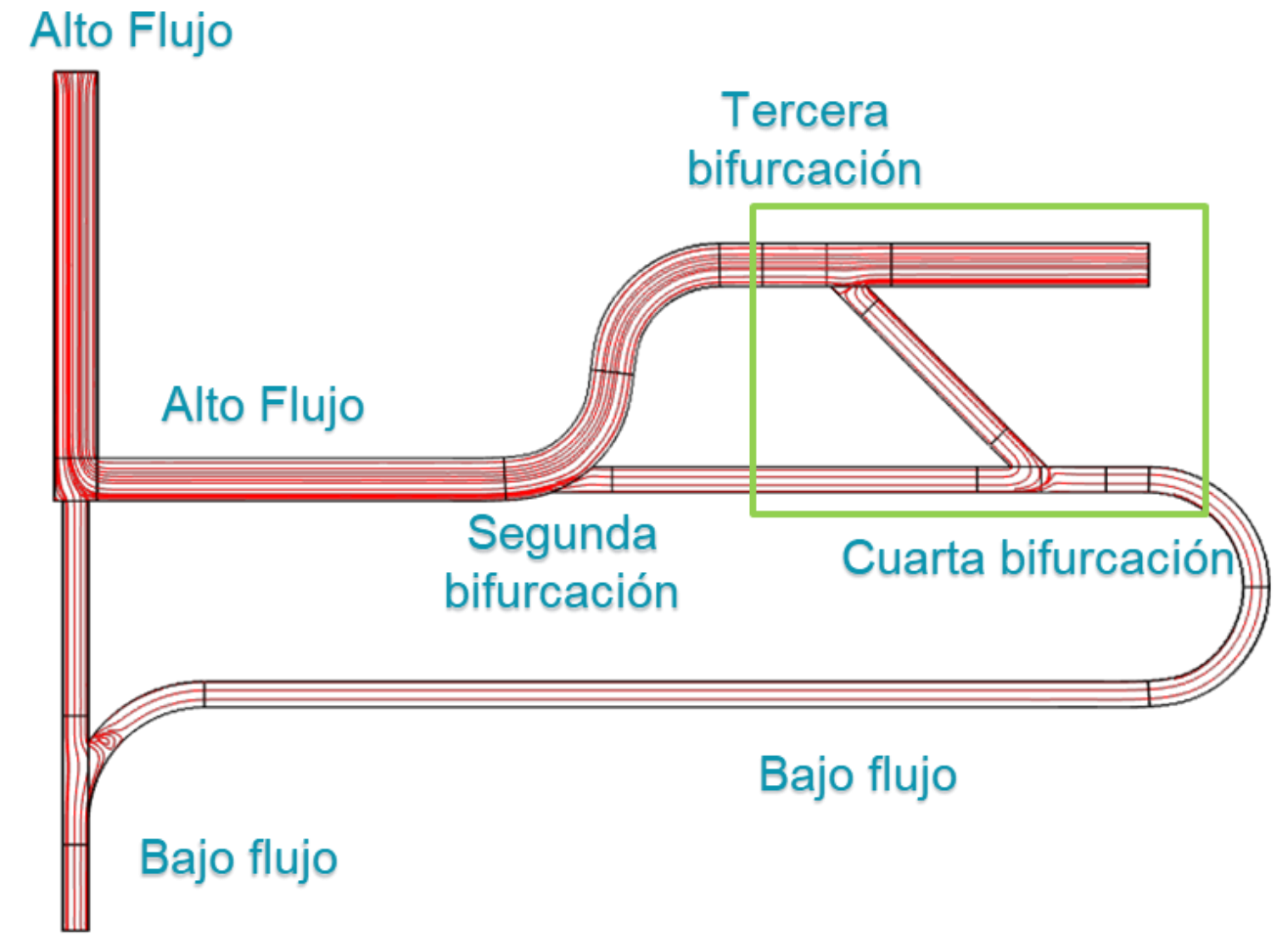
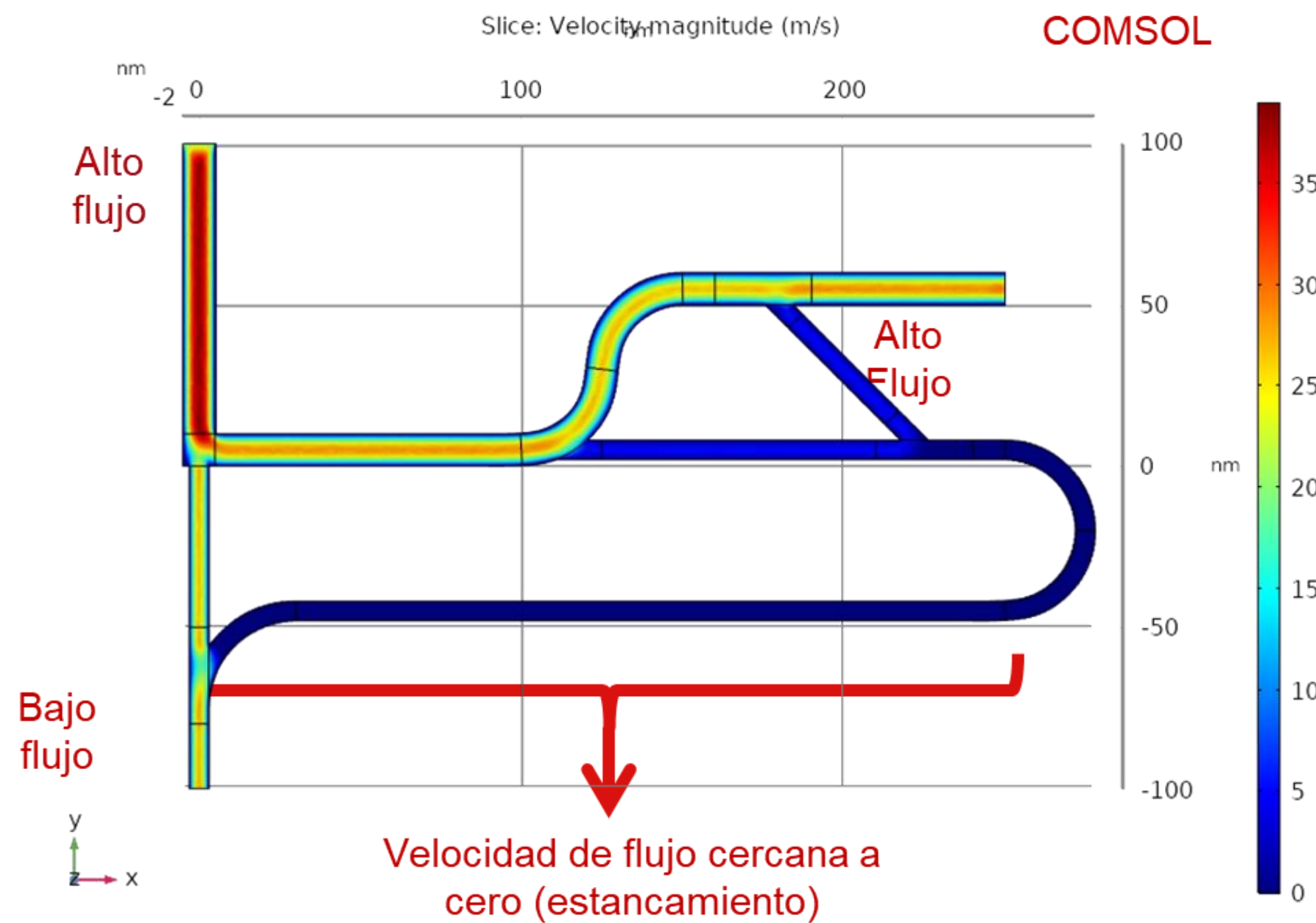
DIBUJO DEL SISTEMA PLANTEADO

Sistema de ductos con 5 retornos para filtración



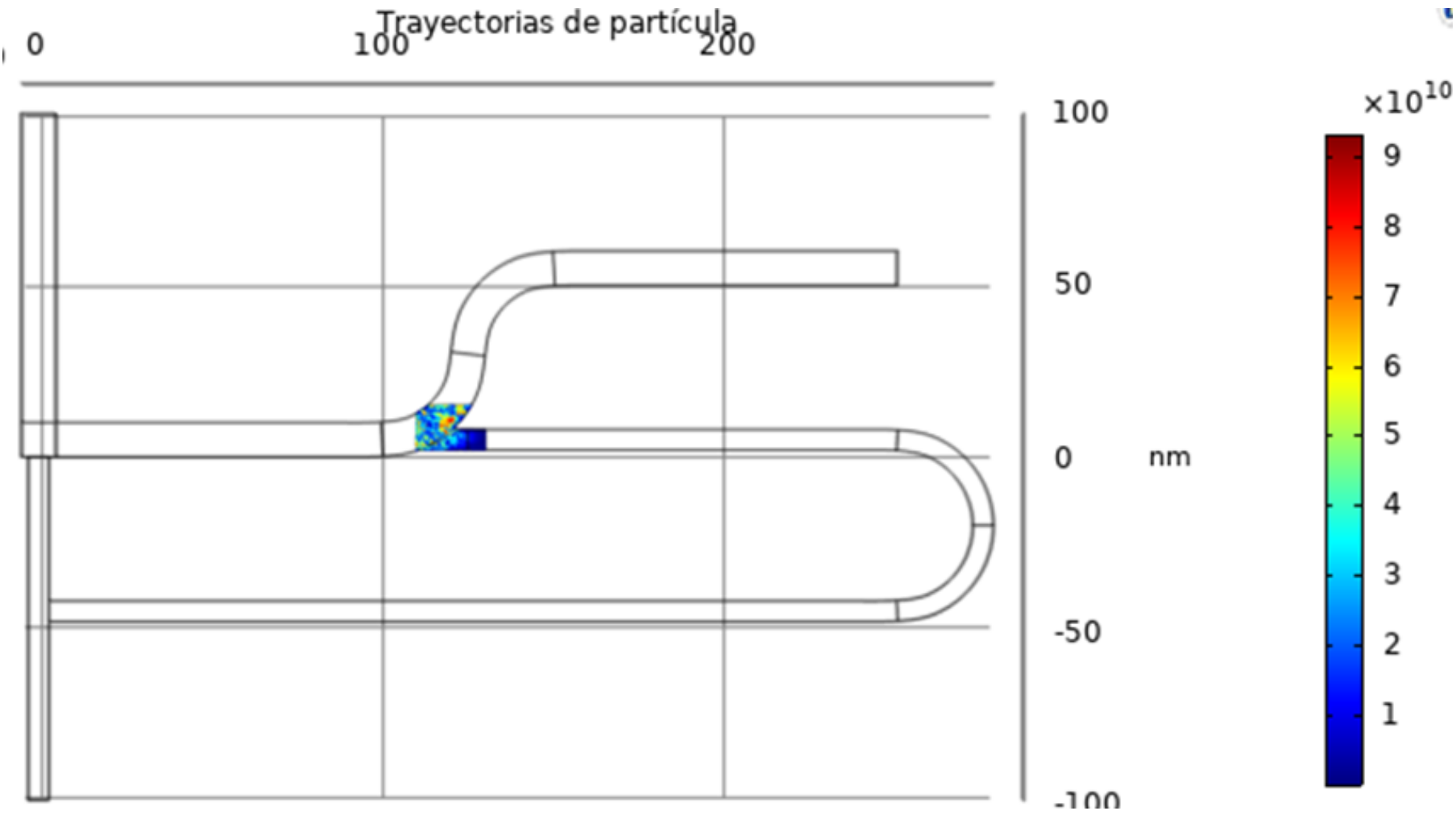
MODELADO

La simulación del campo de velocidades de un fluido con propiedades físicas asociadas a la sangre fue obtenido para el concepto de conducto.



Se encontró al evaluar las líneas de corriente que en la tercera bifurcación en lugar de separar nuevamente la corriente de fluido se recuperaba la separación obtenida en la segunda bifurcación (retorno de fluido).

TRAYECTORIA DE PARTÍCULAS



Conociendo el comportamiento del sistema se evalúo el potencial de separación de partículas de tamaño de 1.8 nm de diámetro. Puede notarse que la trayectoria de la mayor densidad de ellas se desvía a la corriente de alto flujo y aunque existe separación se realiza en un porcentaje bajo.

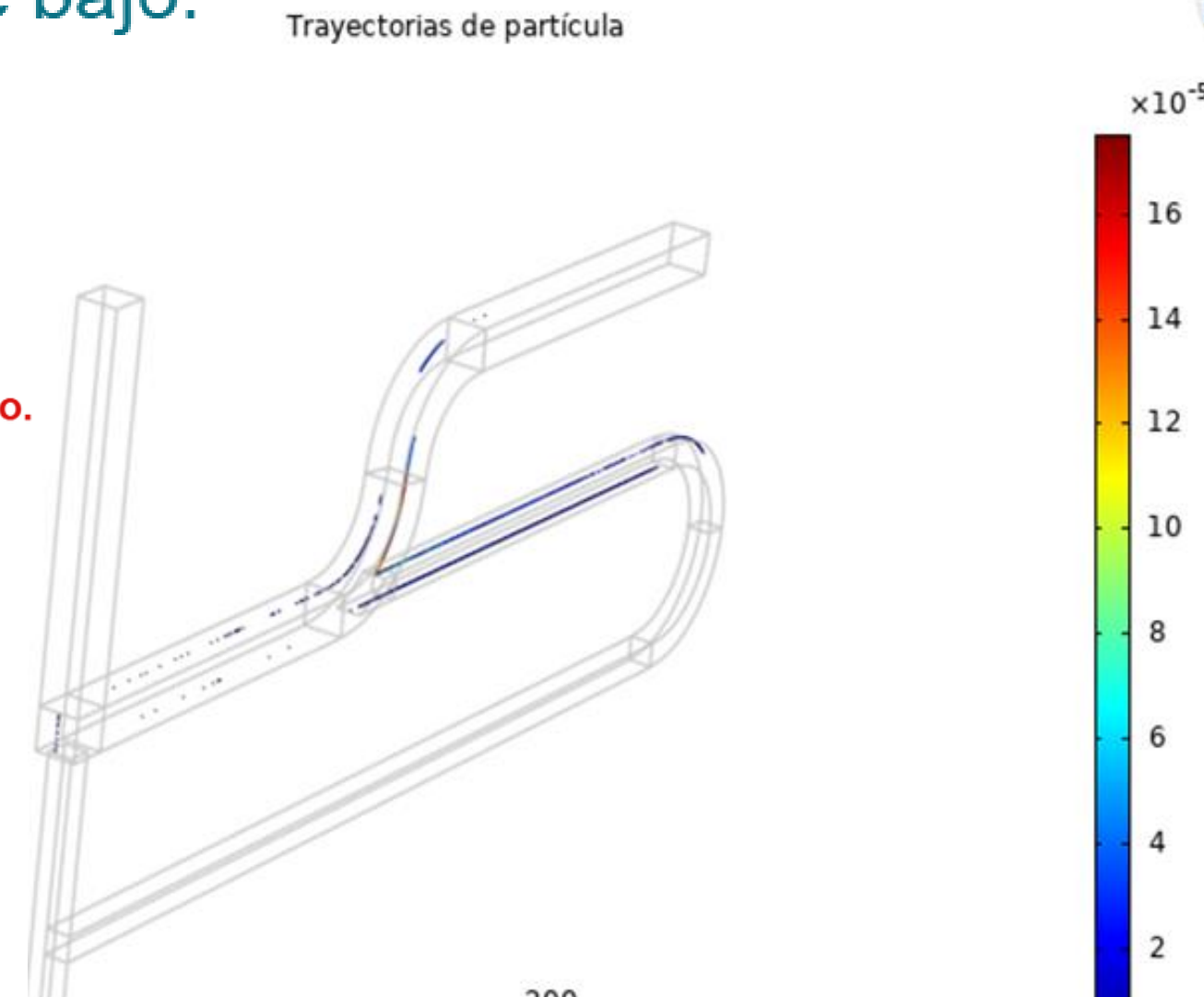
Características de las Partículas
Diámetro :1.8 nm
Densidad: 2200 kg/m³
Velocidad del fluido: 300 ml/min
Tiempo: 2.5 s- inicial 10s- final

Considérese la alta razón de flujo.

En otro caso de análisis se muestra que cuando se incrementa el tamaño de las partículas a una taza de flujo muy elevada, se puede provocar obstrucciones en el conducto estrecho en la zona de bifurcación derivado del estancamiento del fluido y del ímpetu de las partículas derivado de la fuerza de arrastre de la corriente de alto flujo.

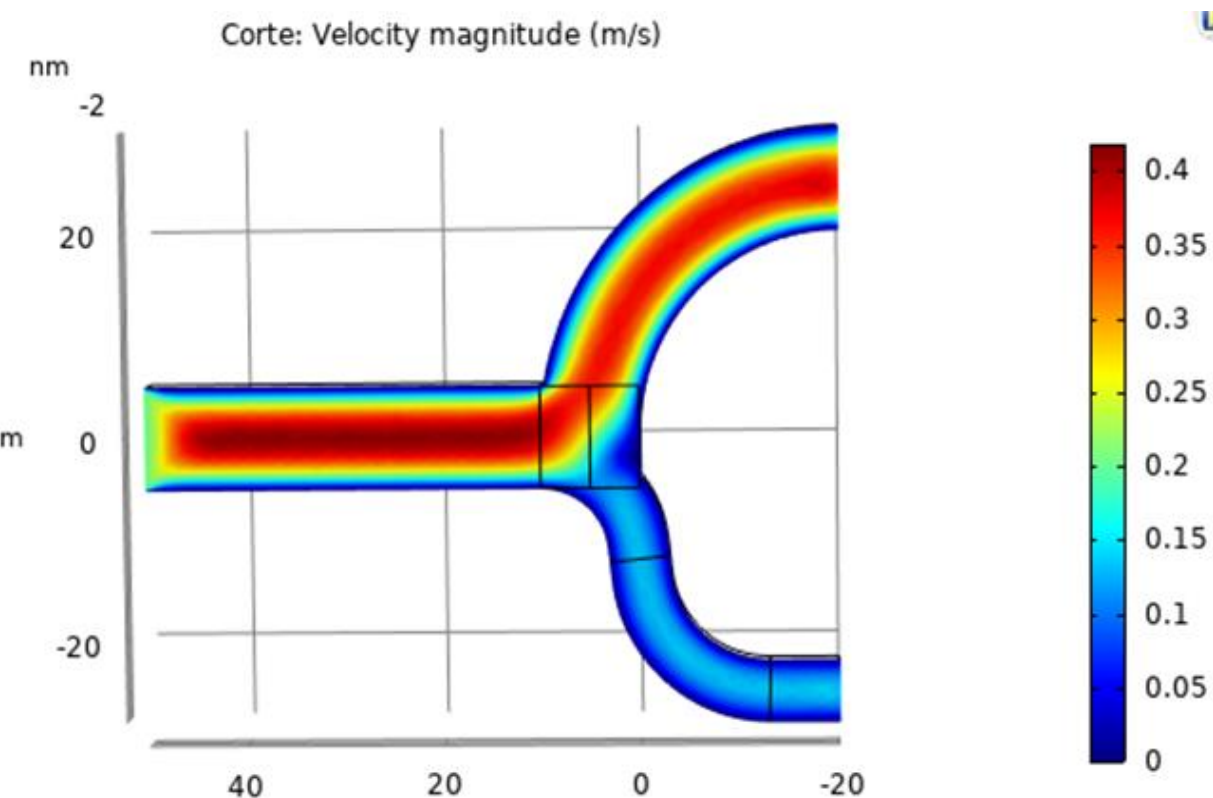
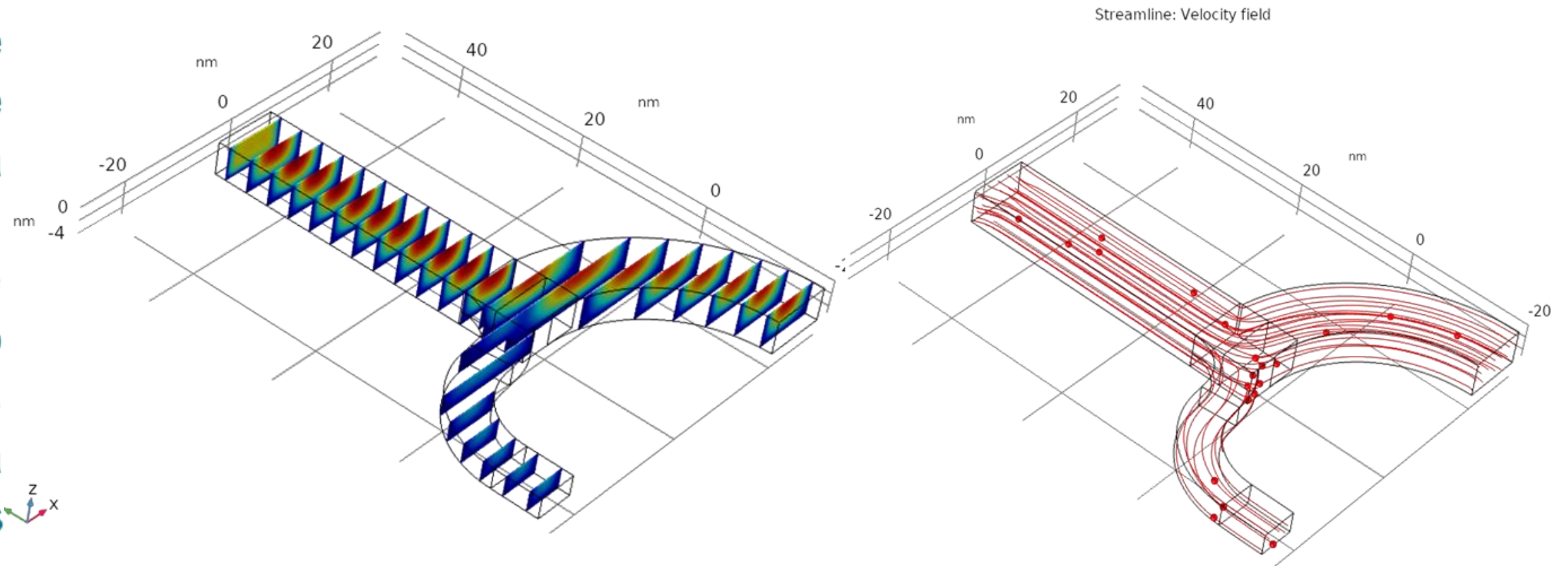
Características:
Partícula 1
Densidad:1.3868 e -26 kg/m³Albumina
Diámetro:7.9 nm
Partícula 2
Densidad: 3.9853e-23 kg/m³
Diámetro:5.12 nm

Considérese la alta razón de flujo.

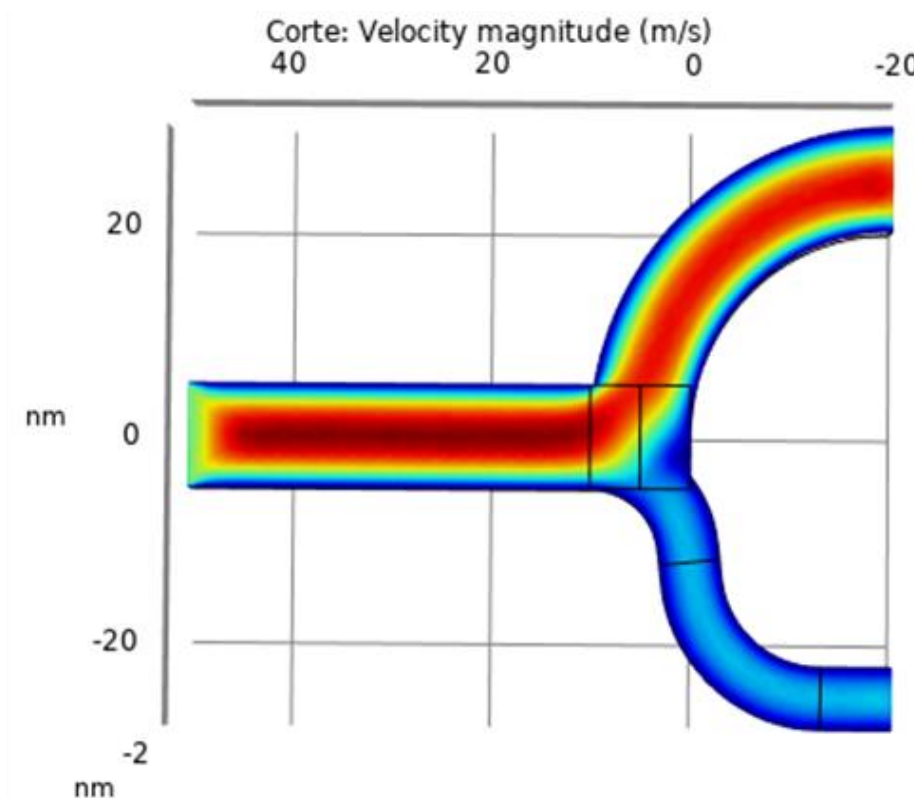


MODELADO

Debido a lo anterior se realizó un análisis de los perfiles de velocidad y las líneas de corriente en una bifurcación a baja velocidad de ingreso al conducto (0.2 ms^{-1}). Estas muestran un bajo porcentaje de separación hacia el conducto estrecho lo cual, se debe al incremento de las fuerzas viscosas (resistencia del fluido a incrementar su velocidad por factores másicos).



0.2 ms^{-1}

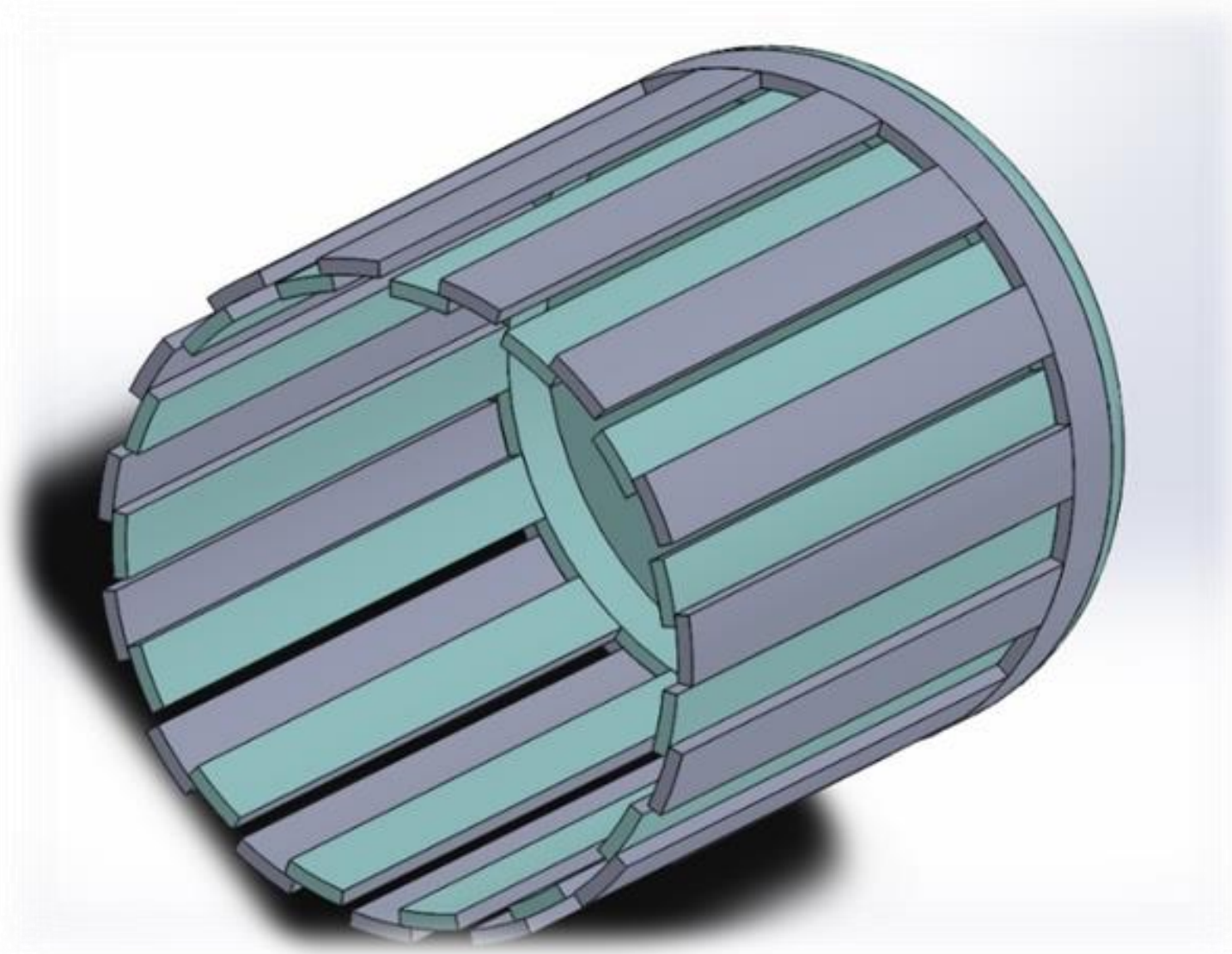


10 ms^{-1}

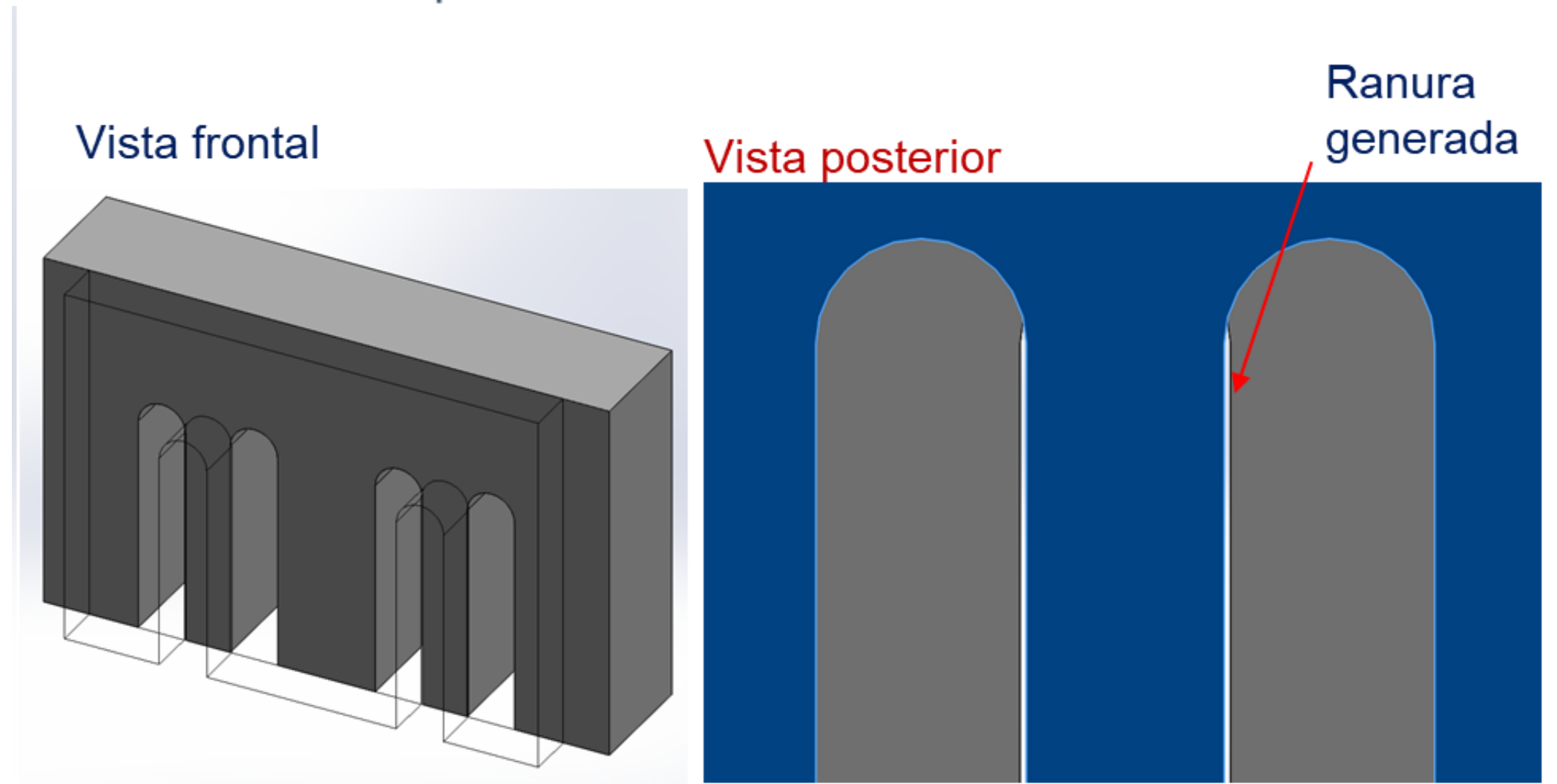
Para evaluar si la fuerzas inerciales pueden incrementarse en la región del conducto estrecho e incrementar la separación del flujo, se realizaron pruebas incrementando la velocidad de ingreso al conducto. Los resultados muestran que la separación presenta un comportamiento similar en cada caso evaluado.

NUEVO MODELO

Separación utilizando un método de centrifugación en un sistema de membranas concéntricas de biopolímero con un sistema de filtrado por nanoranuración por ablación.

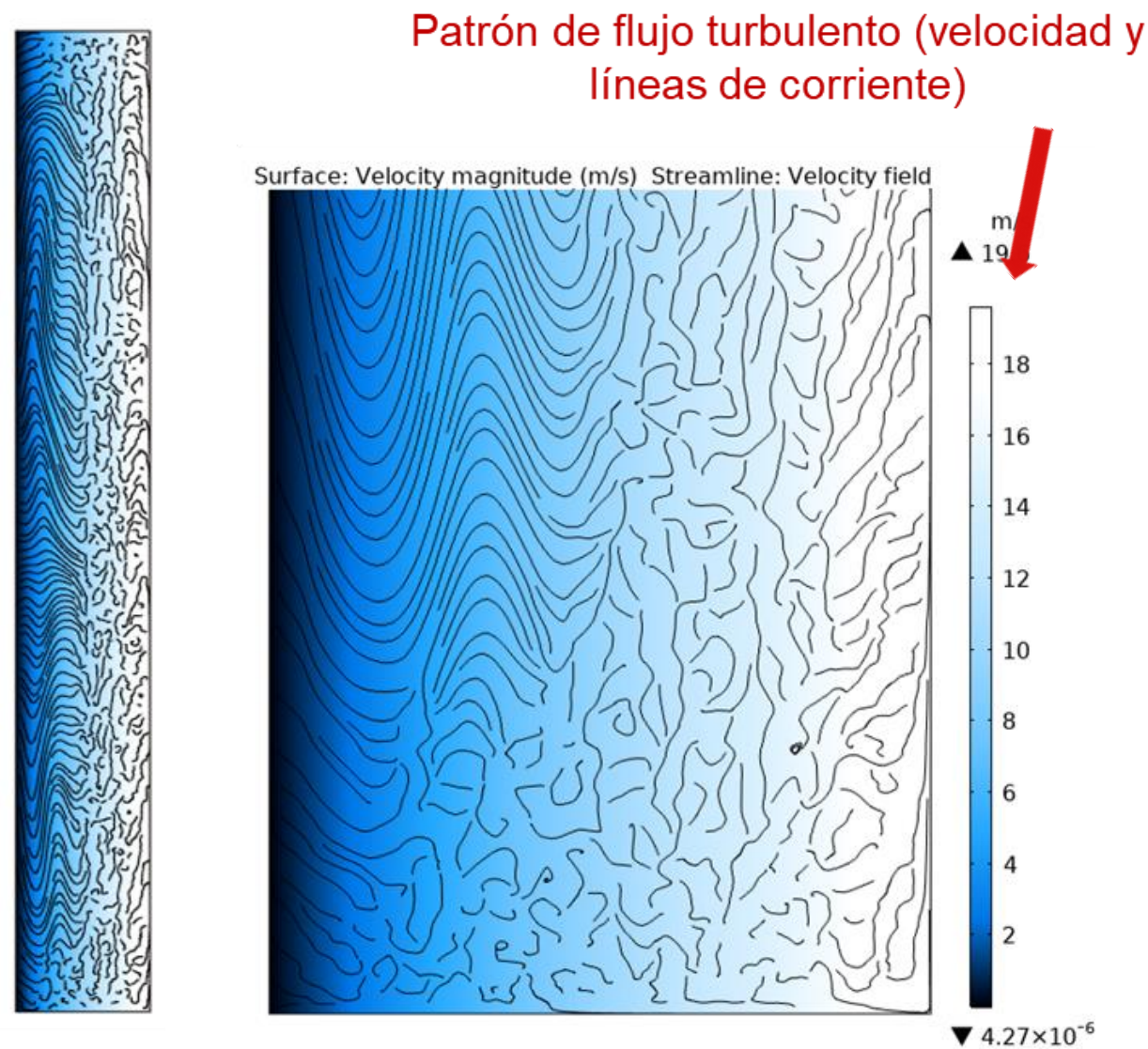


Concepto del sistema de acoplamiento de recipientes cilíndricos con paredes ranuradas para permitir filtración de sustancias inicialmente contenidas en el recipiente interno.

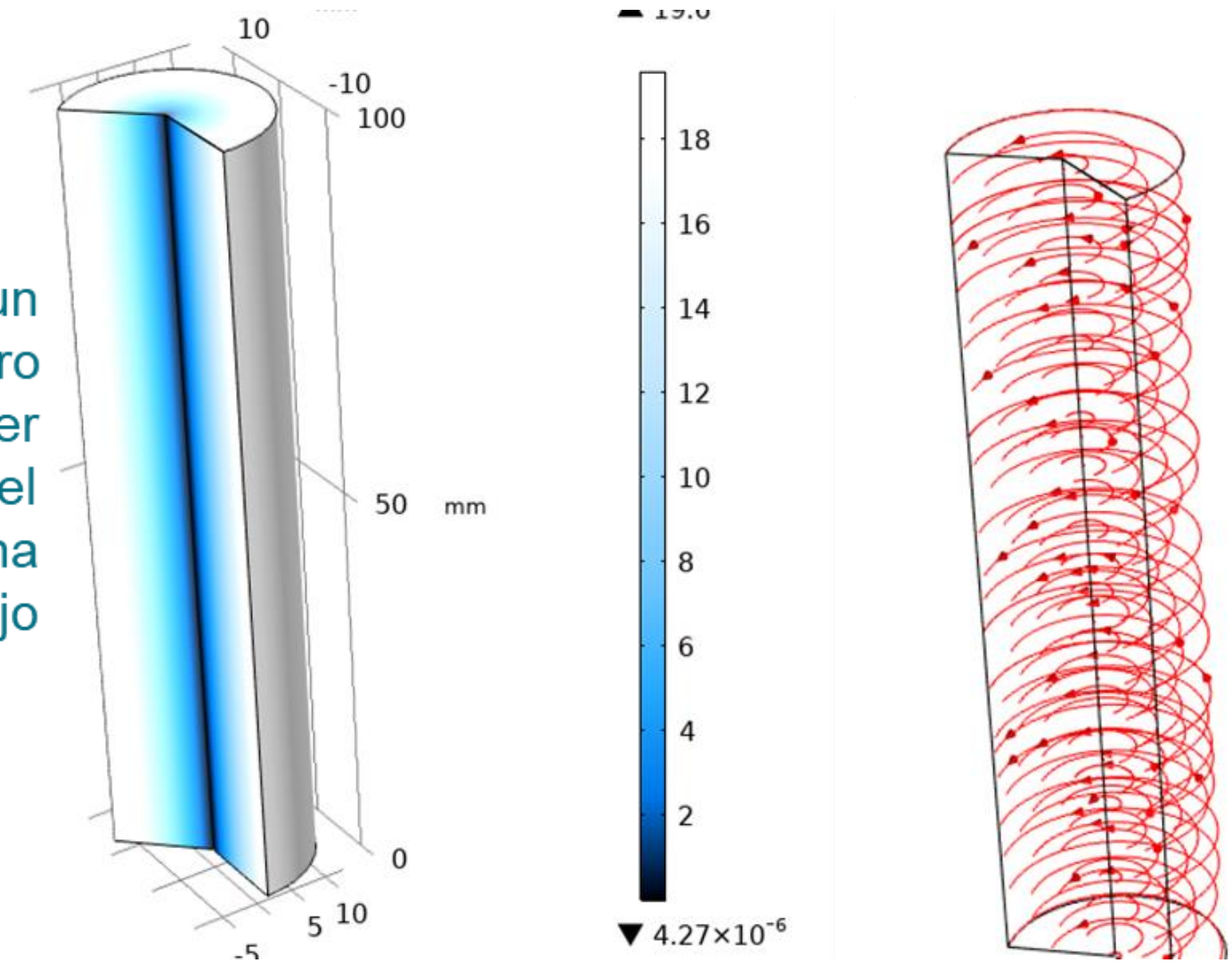


La ablación por láser puede generar ranuras de capas de materiales metálicos y no metálicos en el orden de micras a milímetros. Para obtener la dimensión de los espacios de filtrado de nanopartículas es posible acoplar paredes estratégicamente (proceso de manufactura).

SIMULACIÓN DE LA CENTRIFUGACIÓN DE UN FLUIDO CONSIDERANDO PROPIEDADES DE LA SANGRE EN EL CONTENEDOR CENTRAL PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD Y PRESIÓN EN LA MEMBRANA



El perfil de velocidades en un cilindro de 25.4 mm de diámetro muestra que es posible mantener una velocidad constante en el perímetro interior de la membrana estableciendo una razón de flujo constante.

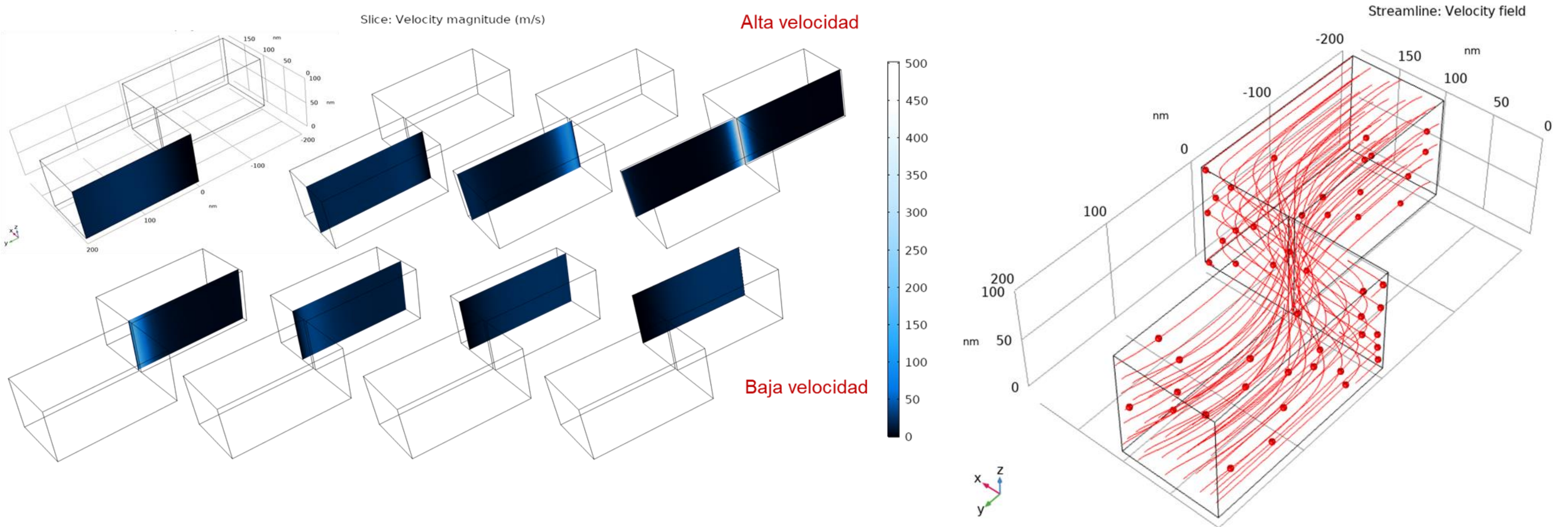


La velocidad de rotación ω de $500\pi r$, donde r representa el radio del cilindro, determina un alcance de velocidad del fluido en la pared de cerca de 20 ms^{-1} .

De esta forma se requiere realizar una simulación en una sección del ranurado para evaluar el comportamiento de flujo del fluido de una cámara a otra.

MODELADO

Perfiles de flujo en superficies de corte de las cavidades de ranurado (200 nm) considerando la simetría en el sistema e ignorando el efecto de orilla.



Los perfiles de velocidad y las líneas de corriente muestran el comportamiento del fluido en el ranurado de la membrana.

Puede notarse que la velocidad aumenta significativamente (500 ms^{-1}) en el espacio inter-ranuras.

Pueden identificarse también las zonas de estancamiento en el lado interno, lo cual puede ser disminuido en el lado externo debido a la fuerza centrífuga.

SISTEMA EXPERIMENTAL PARA FILTRADO POR CENTRIFUGADO

Se manufacturó un modelo experimental a escala superior al orden nanométrico.



Se utilizaron vitroleros de PET acoplados concéntricamente sobre un disco soporte dotado de libertad de rotación. El recipiente interno se desempeñó como el elemento de retención o filtro, mientras que el externo lo hizo como receptáculo de la sustancia filtrada.

Para el desarrollo experimental se sustituyó el fluido sanguíneo por los sistemas agua-semillas naturales y jabón líquido-semillas naturales.



SISTEMAS EXPERIMENTALES

En los sistemas se pretendió definir que los fluidos agua y jabón líquido emularan el plasma sanguíneo y que las semillas naturales efectuaran el rol de moléculas de proteínas suspendidas

Diseño de experimentos para el análisis de filtrado por centrifugado en el dispositivo manufacturado del sistema agua-semillas.

Semilla	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
Chile	NA	4.76	1.17
Guayaba	4.34	2.87	1.88
Mijo	2.32	2.09	NA
Sorgo	3	3.38	NA

Características dimensionales de las semillas.

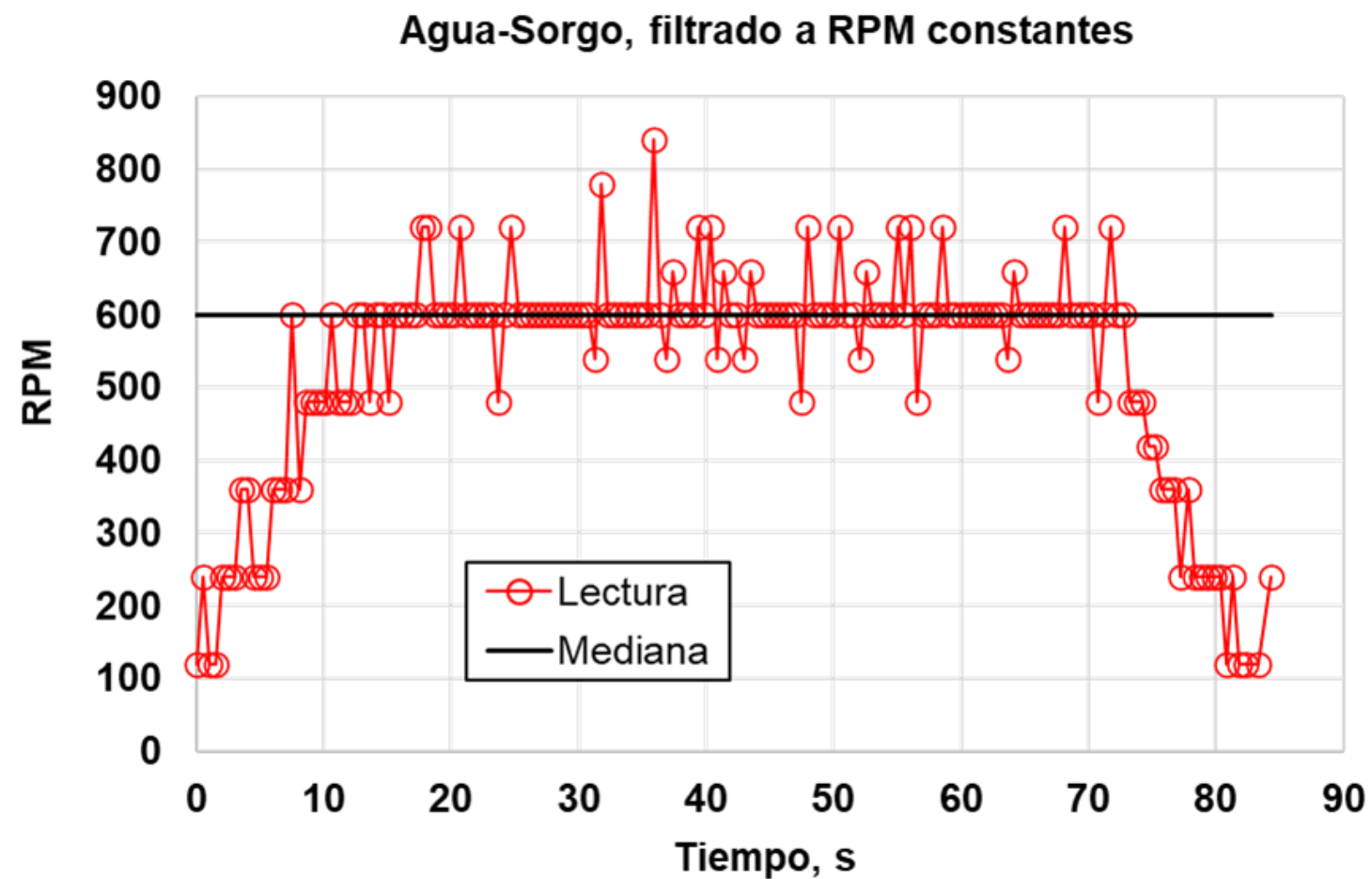
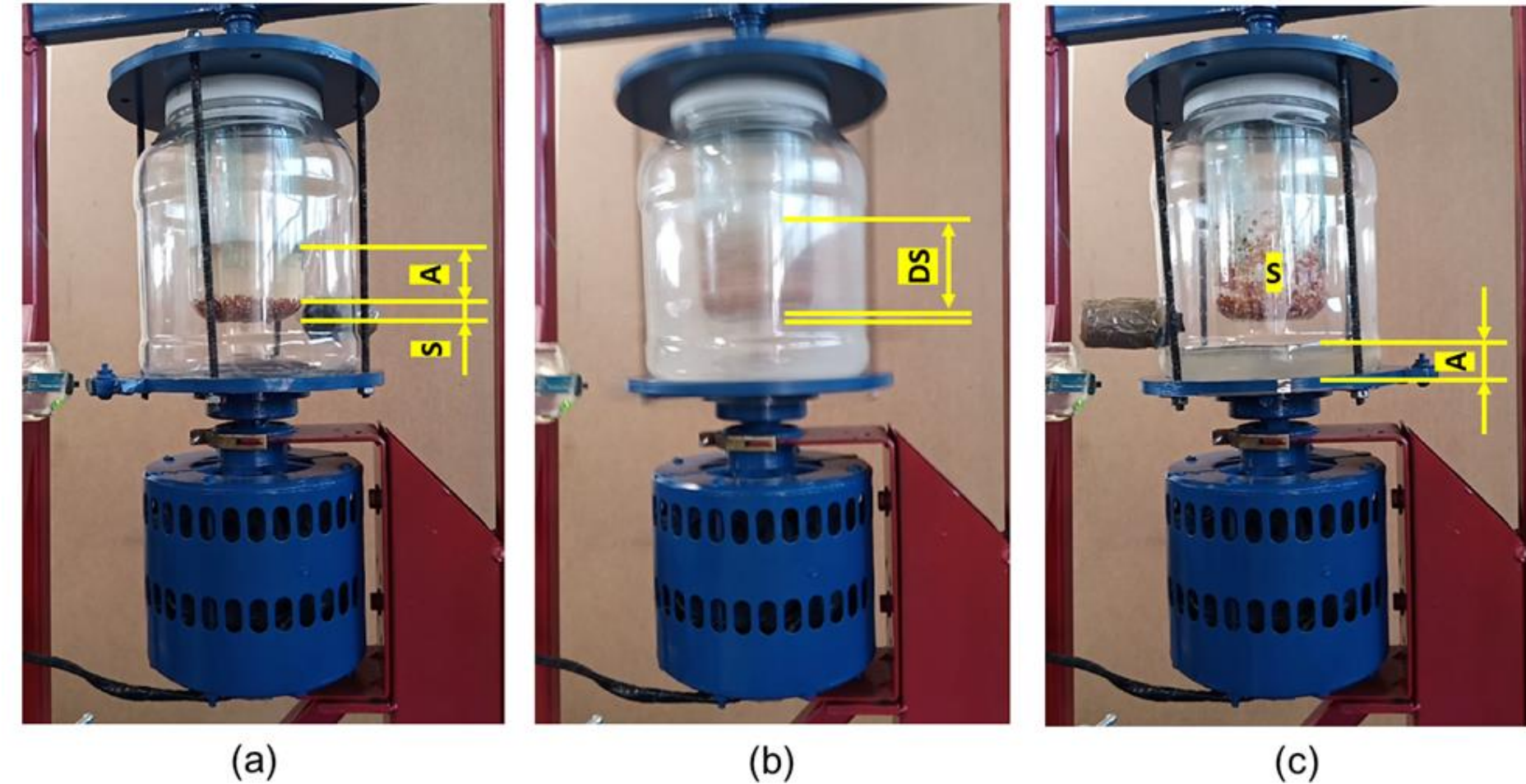
Prueba	Tipo de Semilla	RPM	Tiempo (s)
	Mijo		
5	Mijo	600	90
16	Sorgo	oscilantes	70
18	Sorgo y Mijo	oscilantes	70
19	Chile y Guayaba	oscilantes	70

Prueba	Tipo de Semilla	RPM	Tiempo (s)
	Sorgo		
1	Sorgo	600	70
15	Mijo	oscilantes	70

Diseño de experimento para el análisis de filtrado por centrifugado en el dispositivo manufacturado del sistema jabón líquido-semillas.

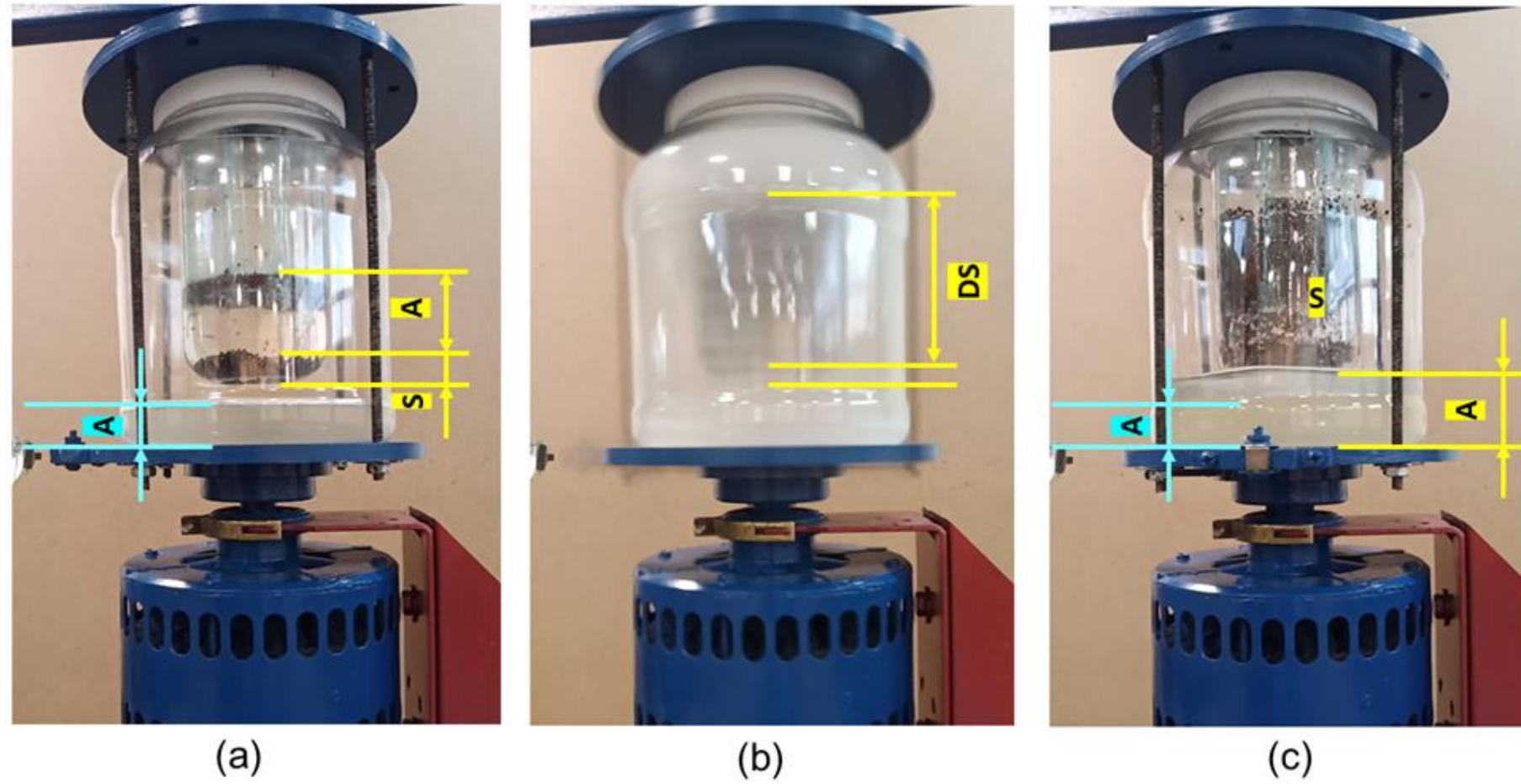
Centrifugado de mezcla de partículas con fluido no viscoso (agua).

Prueba de centrifugado a RPM constantes de la mezcla Agua-Sorgo mostrada en tres etapas a) inicio estático de la mezcla, b) estado estable durante el centrifugado y c) separación posterior a 70 segundos de centrifugado.



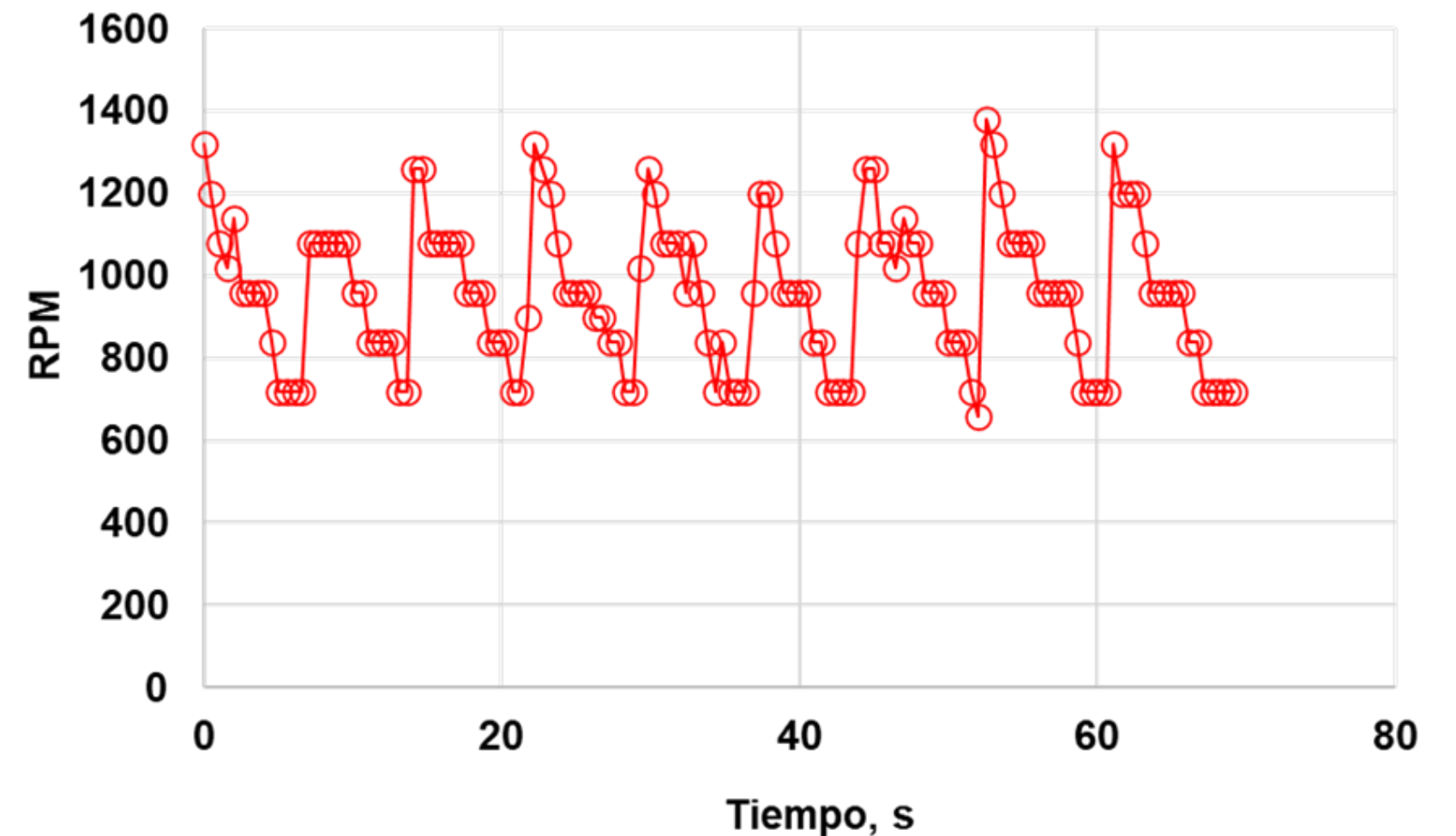
Historia de las RPM constantes en la prueba de centrifugado de la mezcla Agua-Sorgo.

OSCILANTES



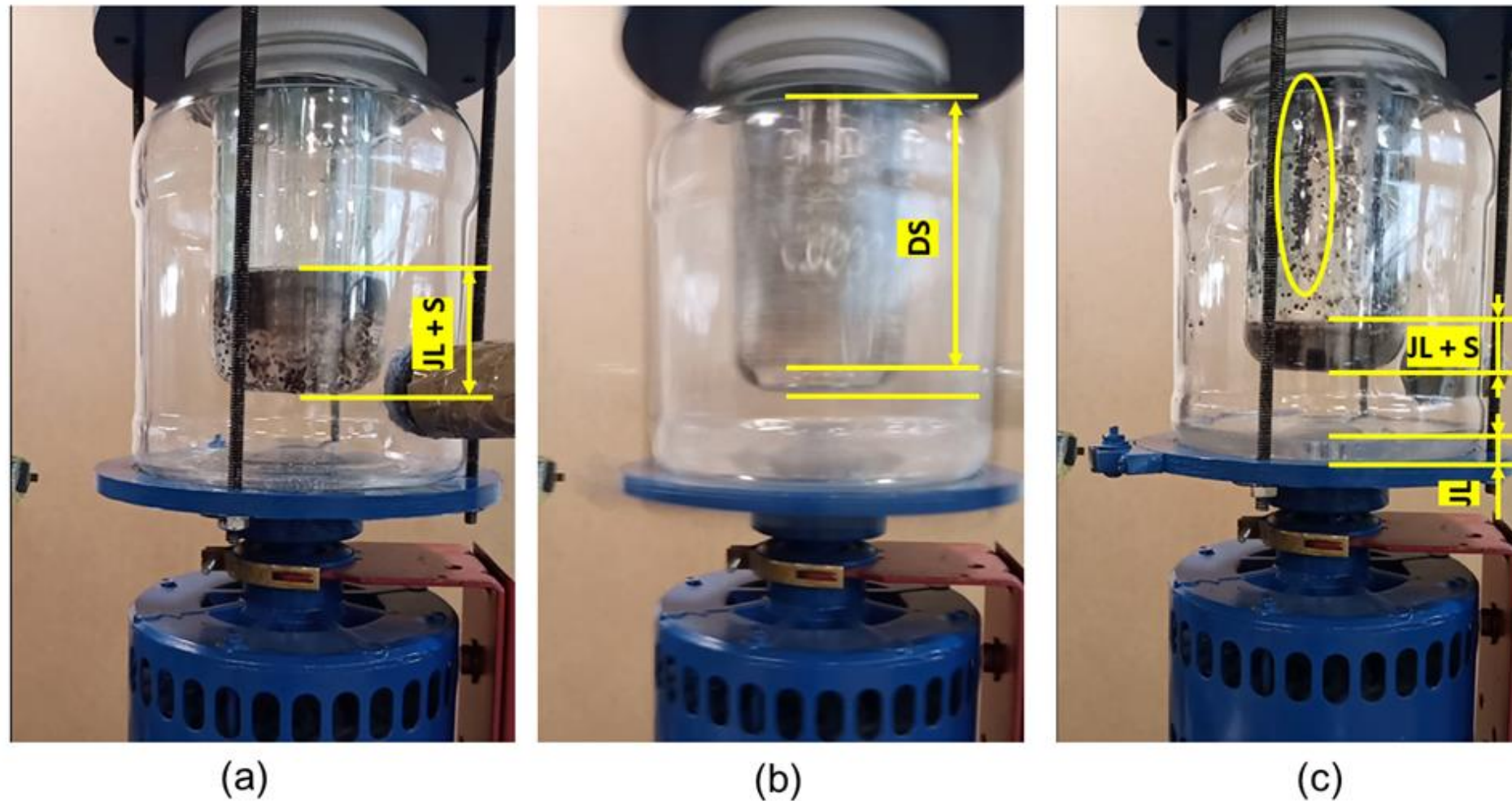
Prueba de centrifugado a RPM oscilantes de la mezcla Agua-Mijo mostrada en tres etapas a) inicio estático de la mezcla, b) estado durante el centrifugado y c) separación posterior a 70 segundos de centrifugado.

Agua - Mijo, filtrado a RPM oscilantes



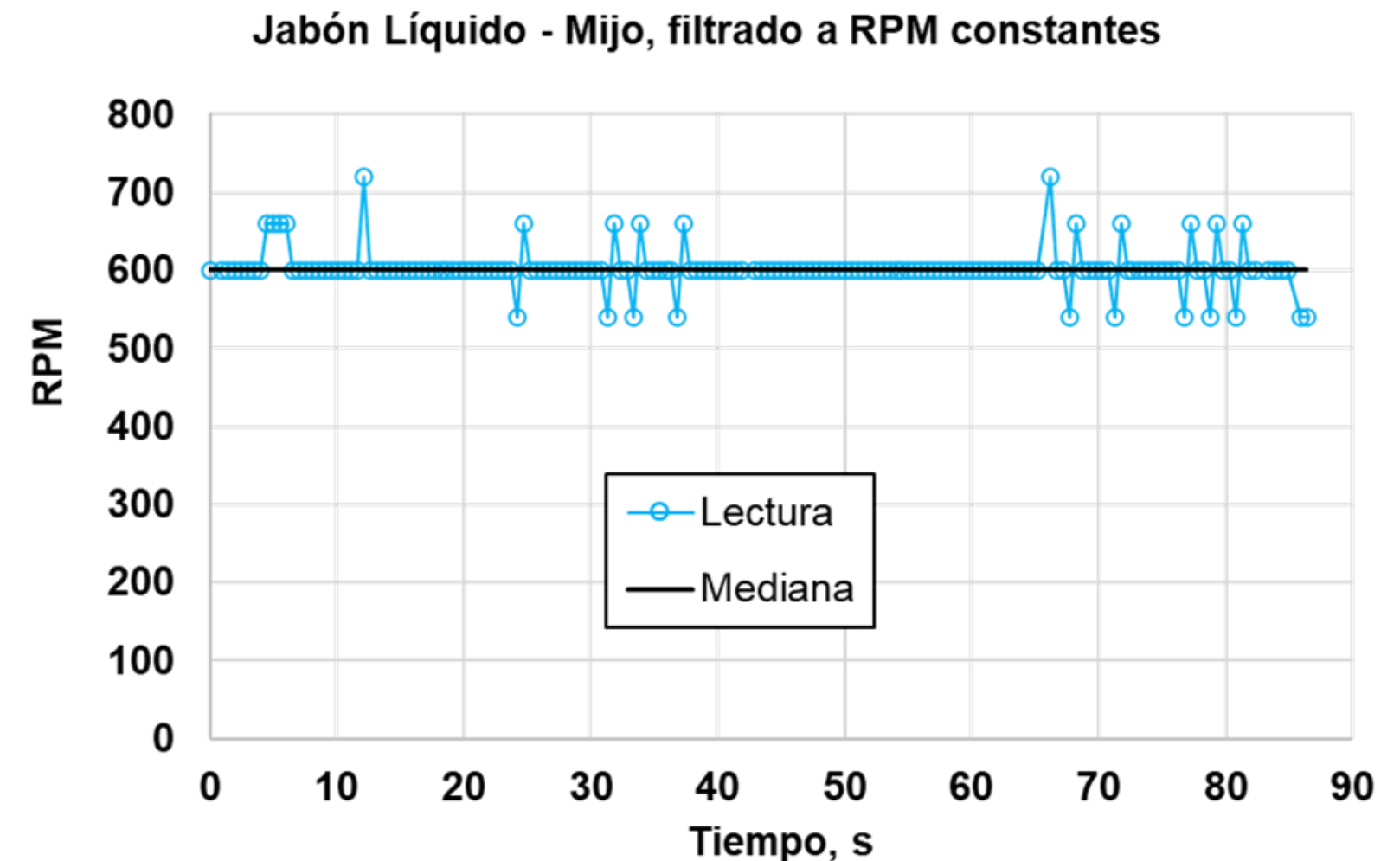
Historia de las RPM oscilantes en la prueba de centrifugado de la mezcla Agua-Mijo.

Centrifugado de mezcla de partículas con fluido viscoso (jabón líquido).

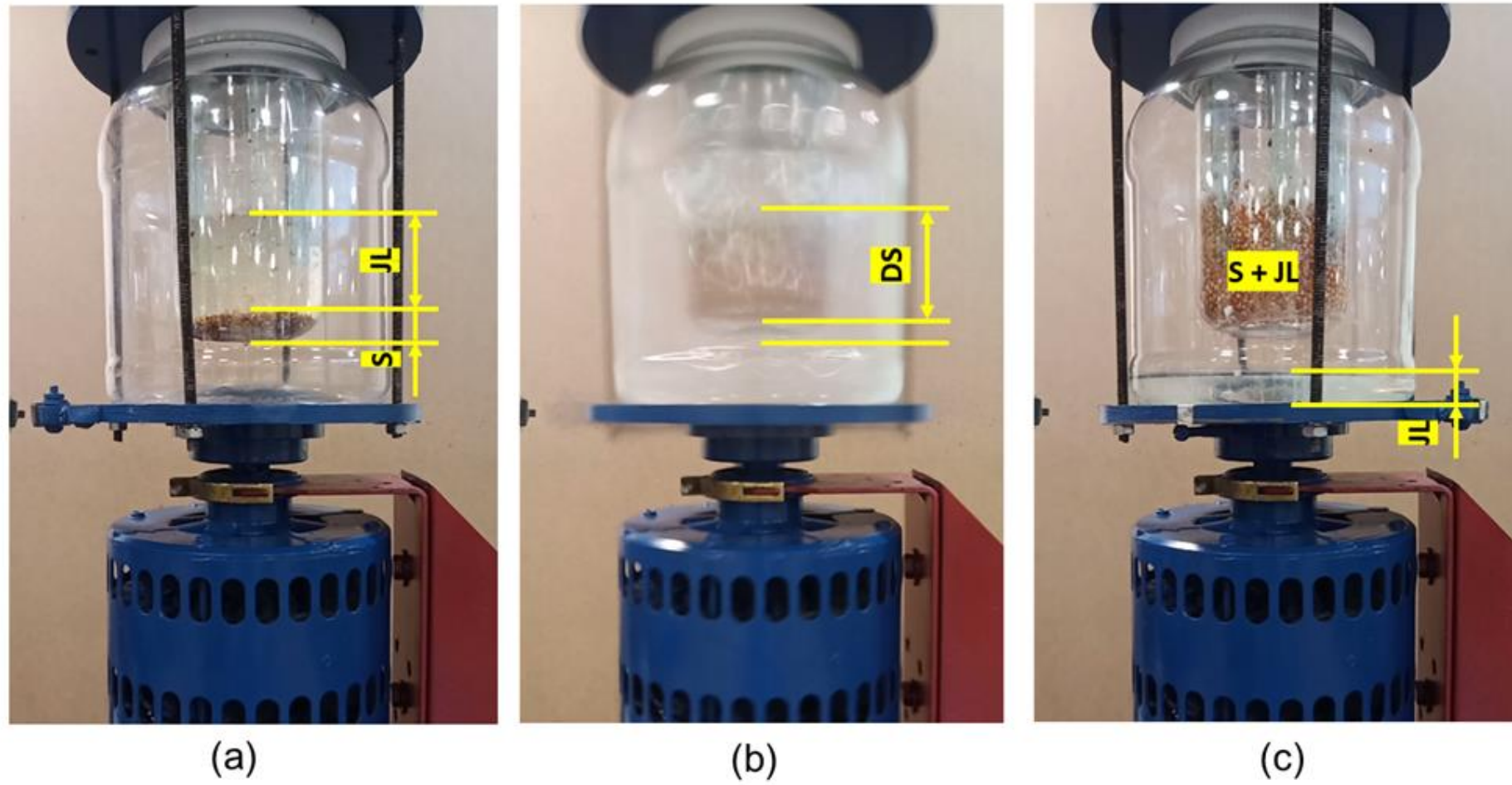


Prueba de centrifugado a RPM constantes de la mezcla Jabón Líquido-Mijo mostrada en tres etapas a) inicio estático de la mezcla, b) estado durante el centrifugado y c) separación posterior a 90 segundos de centrifugado.

Historia de las RPM constantes en la prueba de centrifugado de la mezcla Jabón Líquido-Mijo.

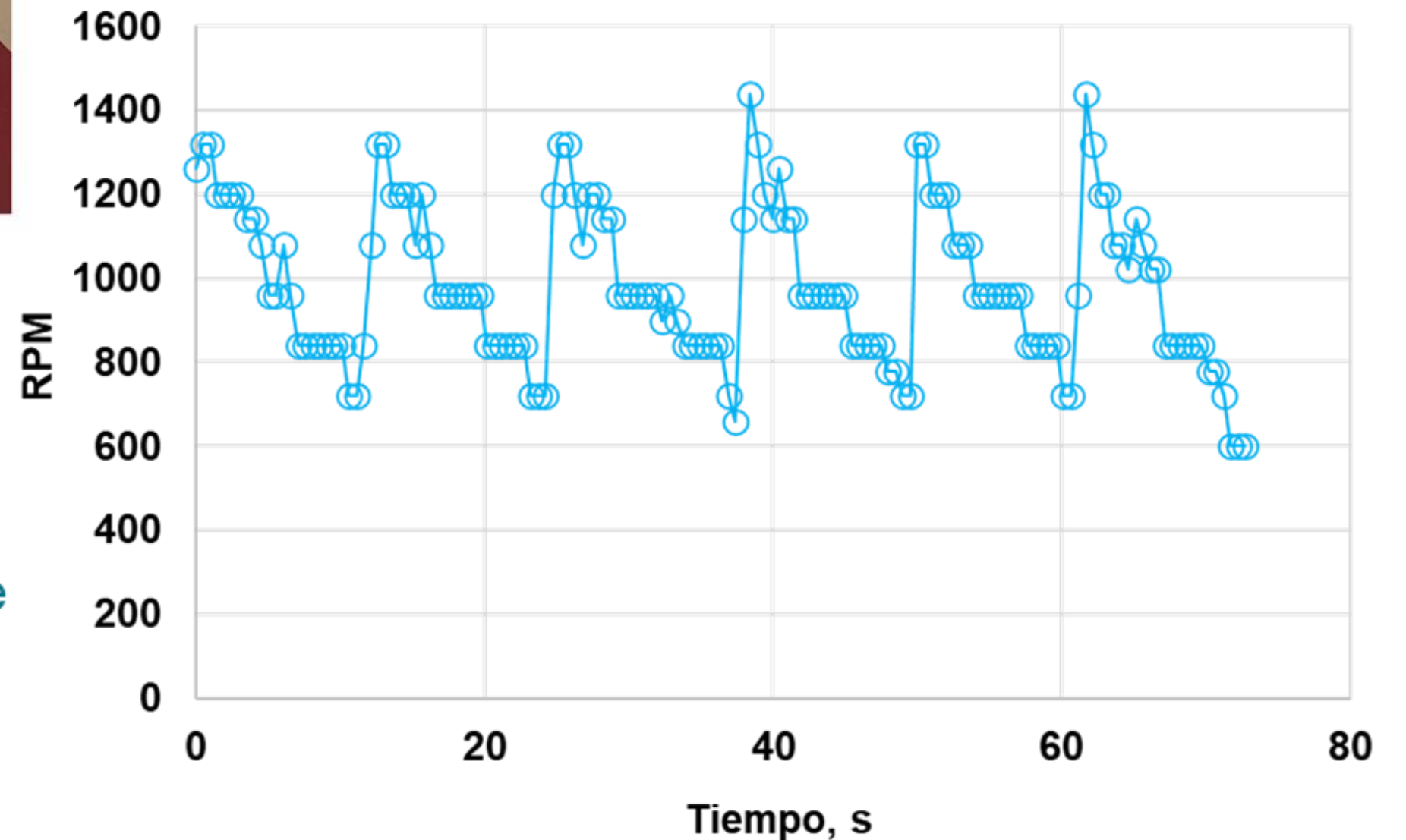


OSCILANTES



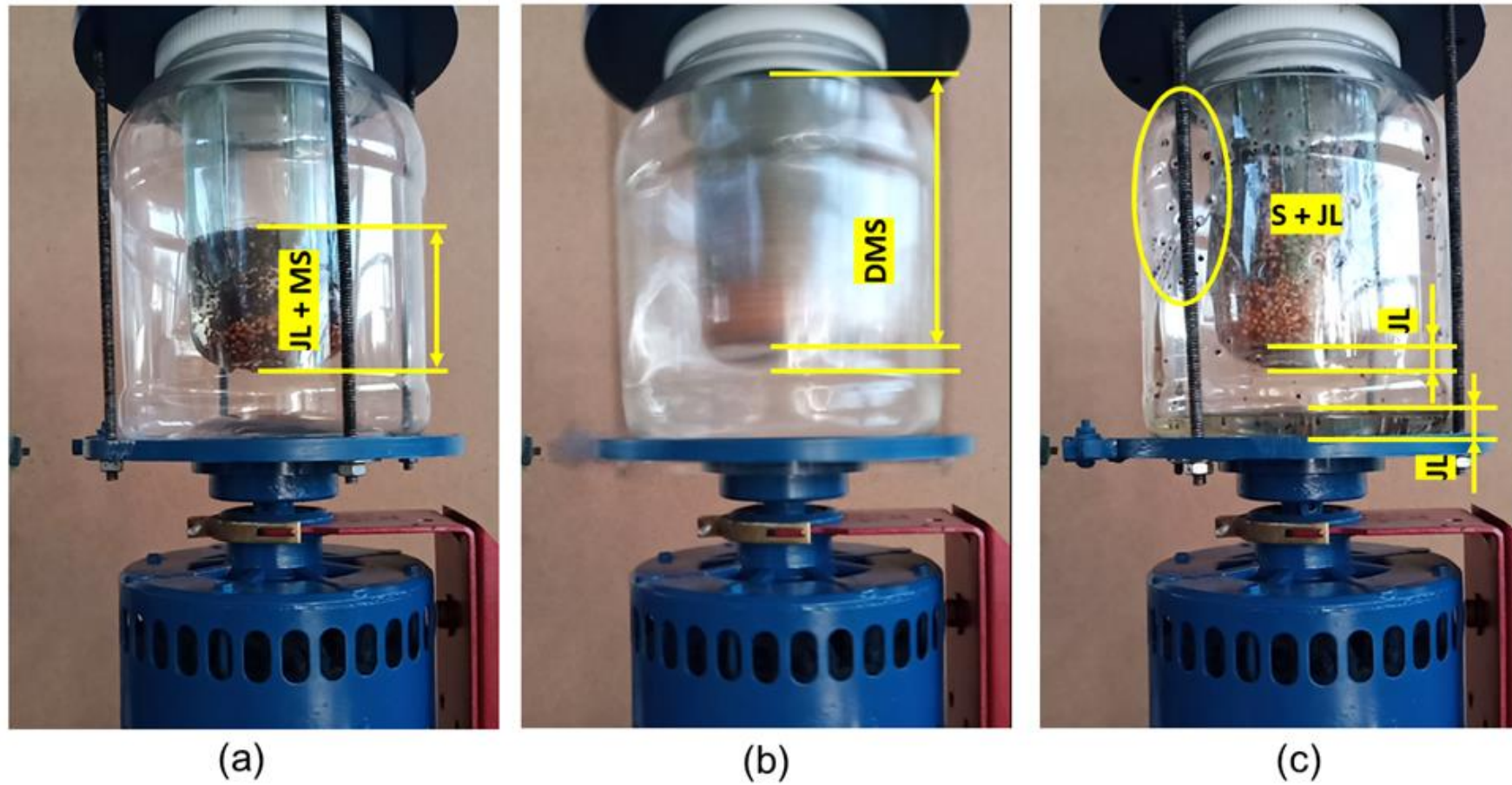
Prueba de centrifugado a RPM oscilantes de la mezcla Jabón Líquido-Sorgo mostrada en tres etapas a) inicio estático de la mezcla, b) estado durante el centrifugado y c) separación posterior a 70 segundos de centrifugado.

Jabón Líquido - Sorgo, filtrado a RPM oscilantes

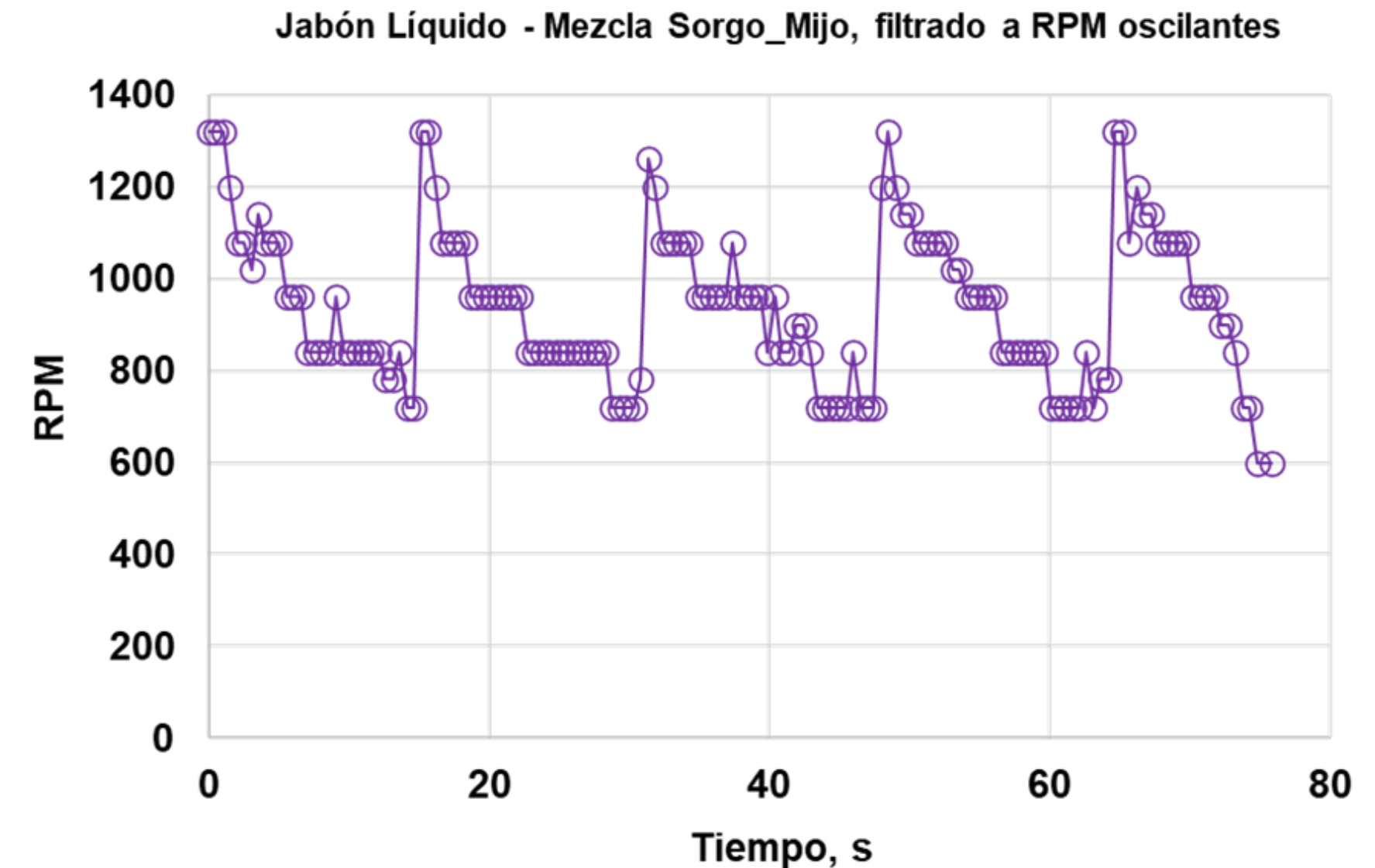


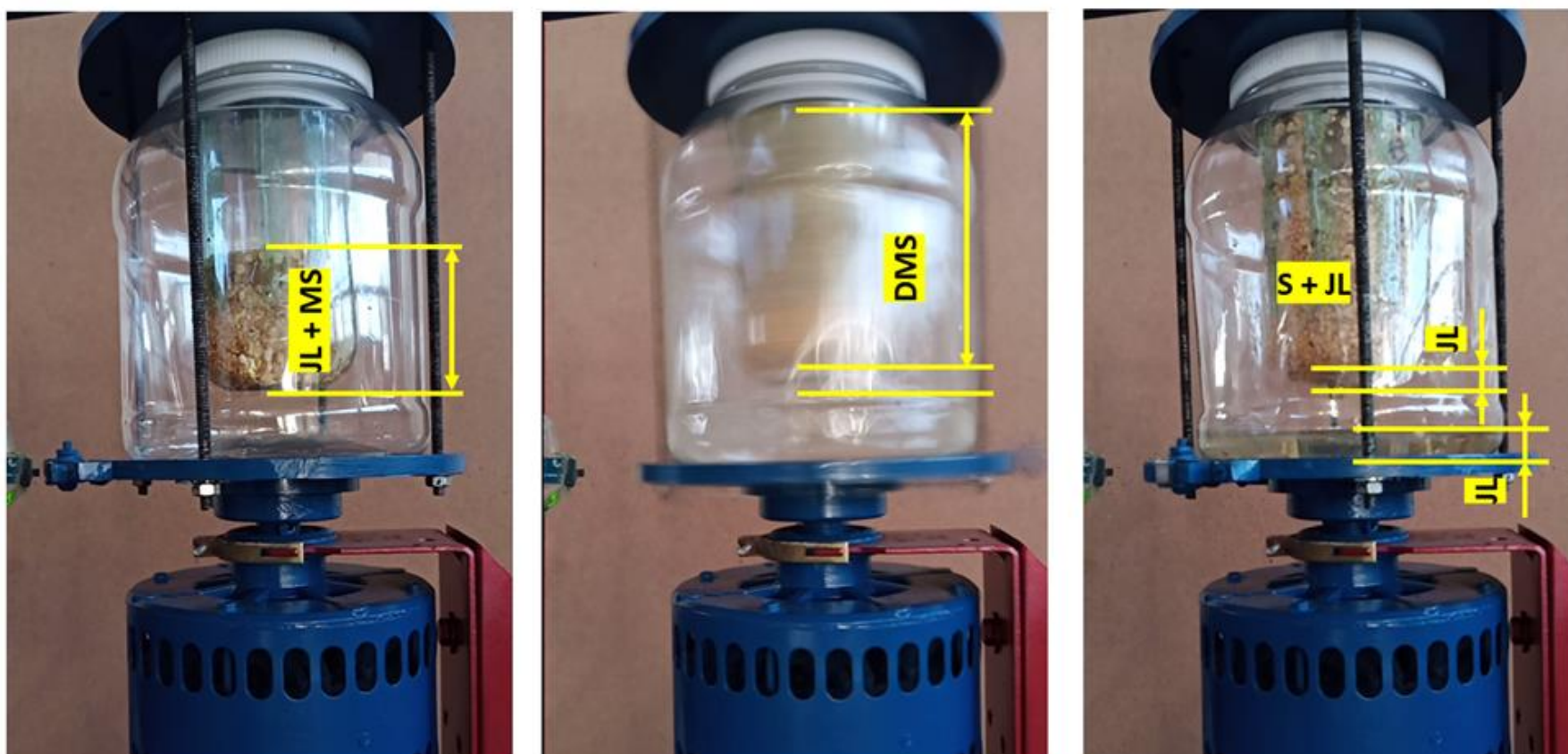
Historia de las RPM oscilantes en la prueba de centrifugado de la mezcla Jabón Líquido-Sorgo.

Pruebas de centrifugado de mezclas de fluido viscoso y dos tipos de semilla.



Prueba de centrifugado a RPM oscilantes de la mezcla Jabón Líquido-Sorgo+Mijo mostrada en tres etapas a) inicio estático de la mezcla, b) estado durante el centrifugado y c) separación posterior a 70 segundos de centrifugado.





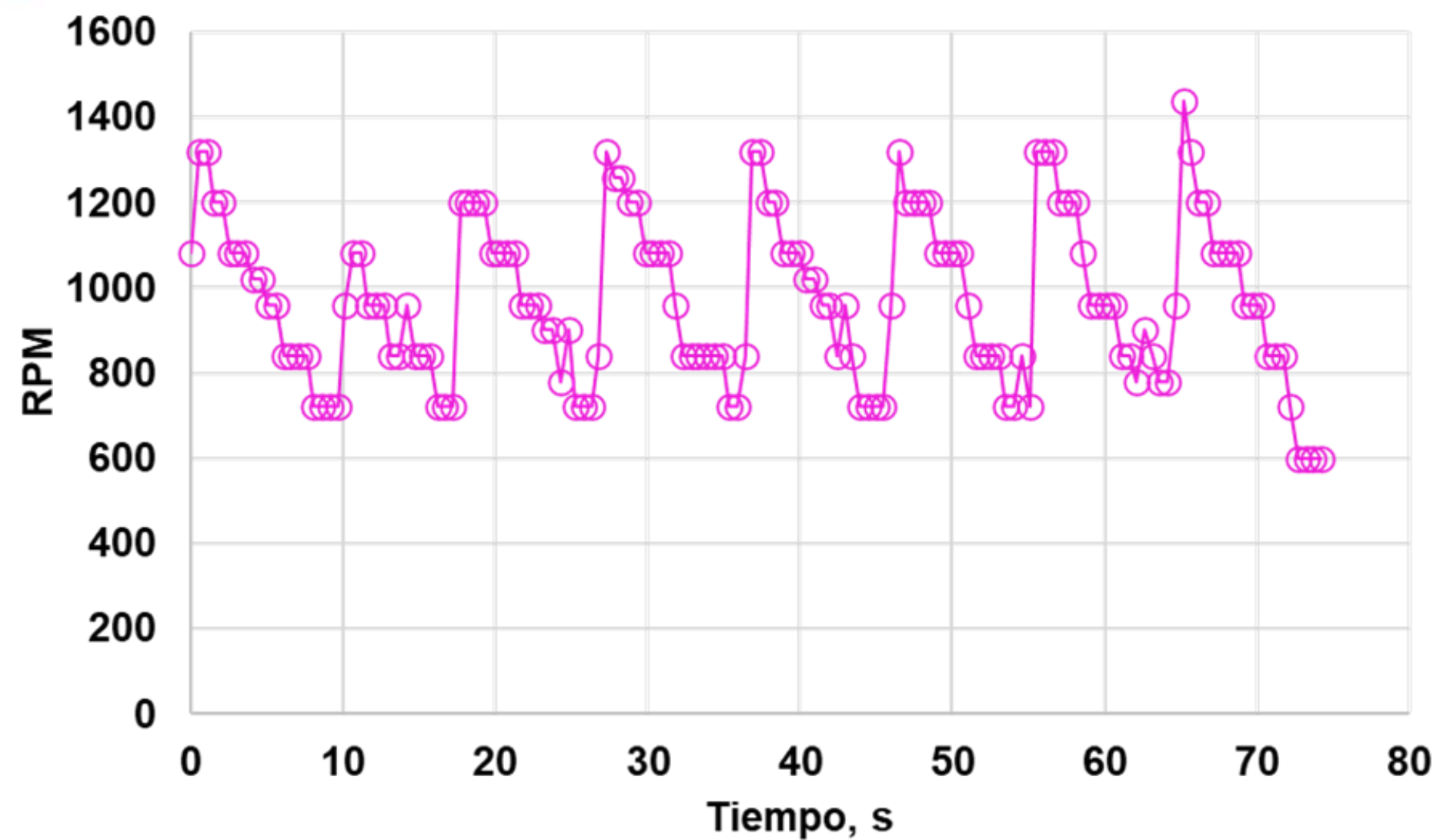
(a)

(b)

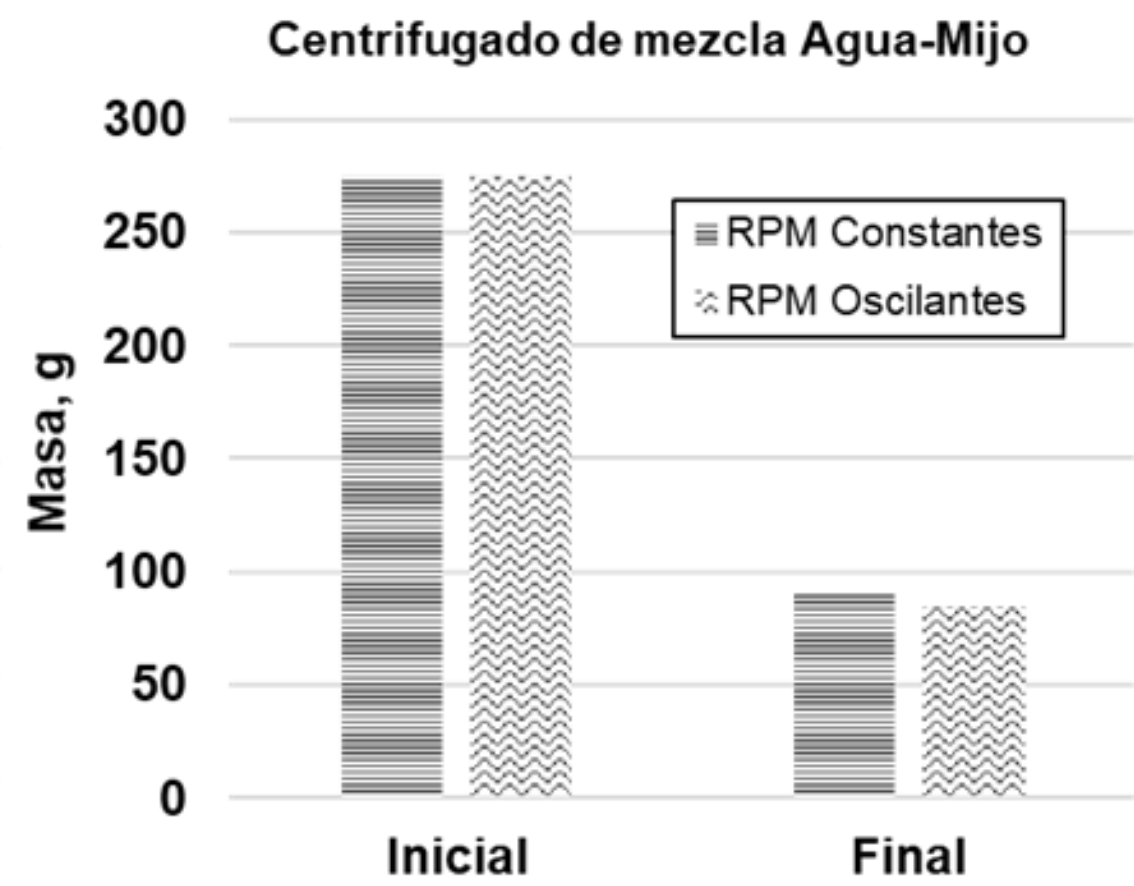
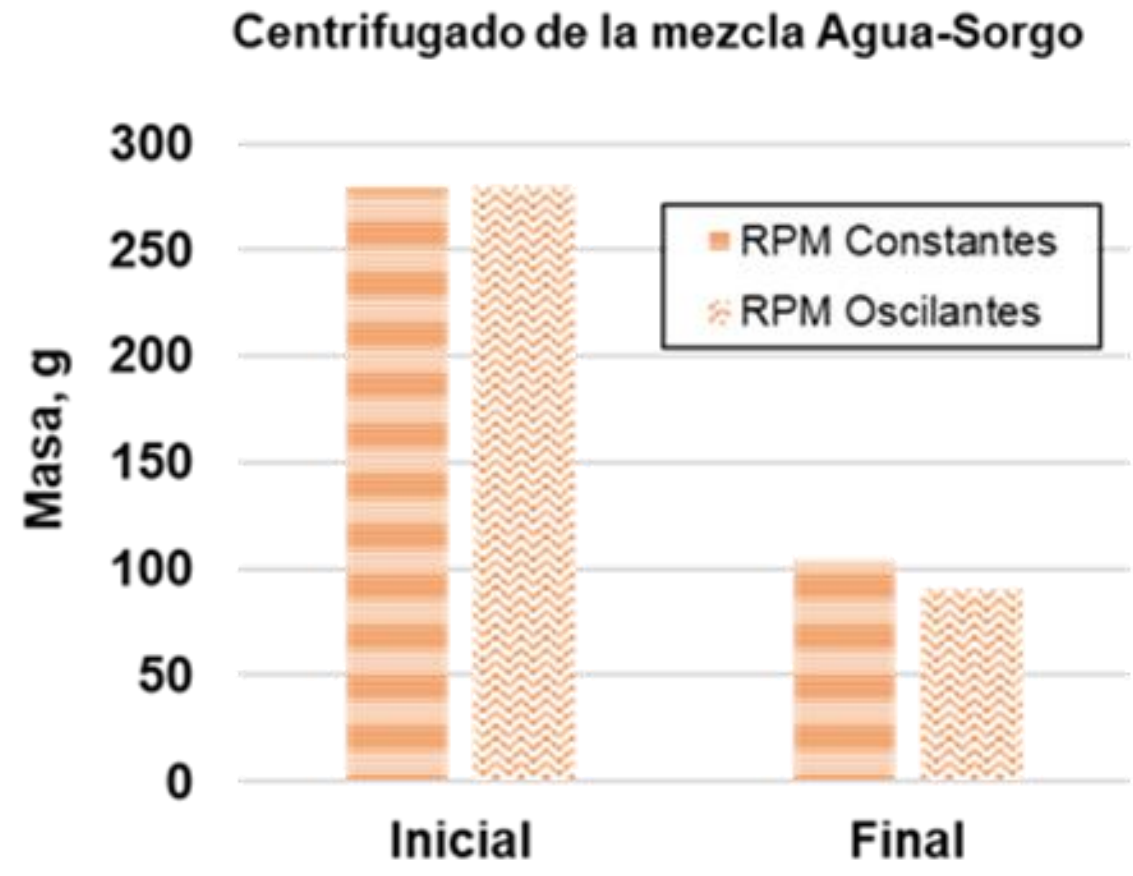
(c)

Prueba de centrifugado a RPM oscilantes de la mezcla Jabón Líquido-Chile+Guayaba mostrada en tres etapas a) inicio estático de la mezcla, b) estado durante el centrifugado y c) separación posterior a 70 segundos de centrifugado.

Jabón Líquido - Mezcla Chile_Guayaba, filtrado a RPM oscilantes

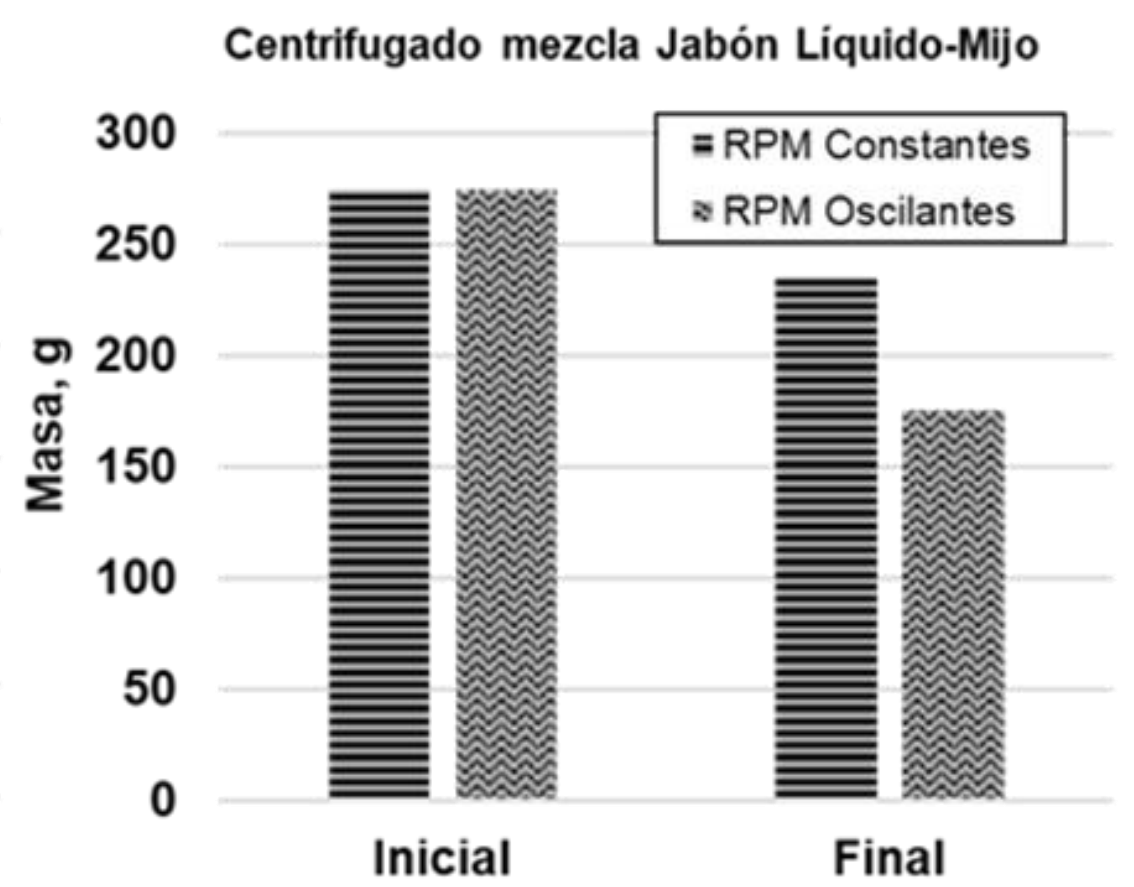
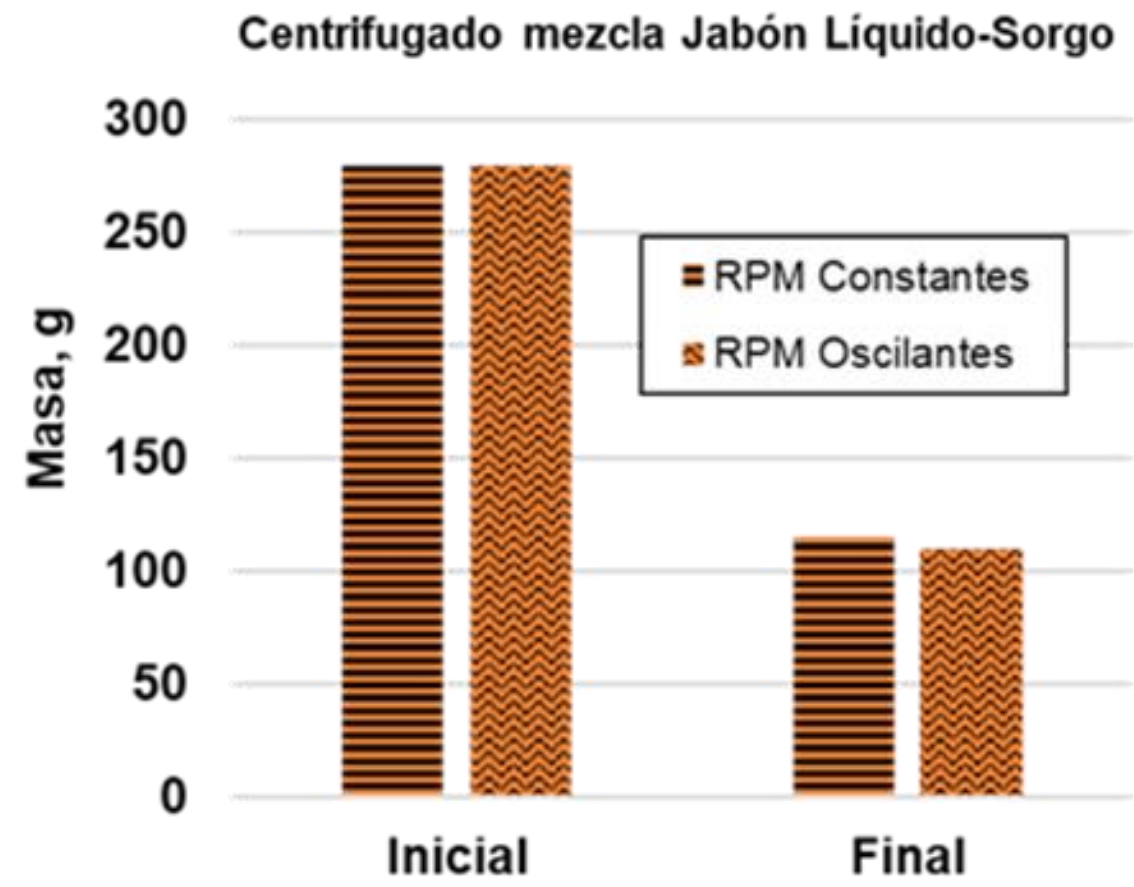


Relación de masas en el filtro antes y después del centrifugado.



Los gráficos de barras resumen visualmente la relación de masas en el filtro antes y después del centrifugado.

Gráficos de barras de la relación de masas en las pruebas de centrifugado con RPM constantes para la mezcla de: a) Agua-Sorgo y b) Agua-Mijo, así como con RPM Oscilantes para la mezcla de: c) Jabón Líquido-Sorgo y d) Jabón Líquido-Mijo.



Relación de masas en el filtro antes y después del centrifugado.

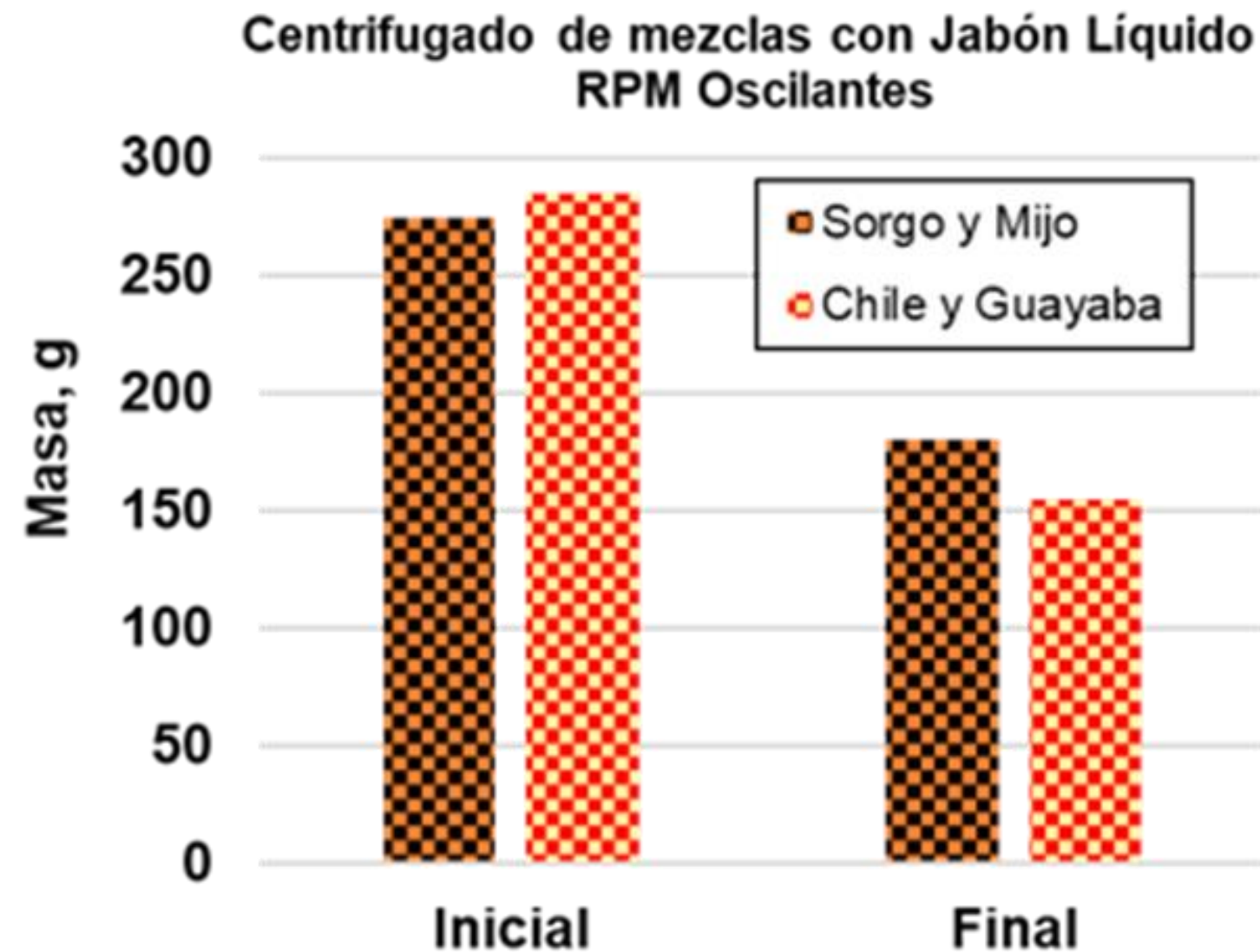


Gráfico de barras de la relación de masas en las pruebas de centrifugado con RPM oscilantes para las mezclas de: a) Jabón Líquido-Sorgo + Mijo y b) Jabón Líquido-Chile + Guayaba.

CONCLUSIONES

- ❑ La simplificación de un sistema complejo de conductos en una membrana porosa condujo a plantear condiciones de derivación del flujo de una corriente en la cual, se desarrolla el filtrado secuencial de partículas de diferentes tamaños aprovechando la convección en microcanales.
- ❑ Las derivaciones interconectadas de conductos con sección transversal pequeña a conductos de con sección transversal de mayor dimensión, pueden originar recirculaciones no deseadas
- ❑ La forma y densidad de los componentes mezclados determina la eficiencia de separación
- ❑ Con los resultados obtenidos se establece una referencia para desarrollar sistemas de filtrado a escala nanométrica considerando que, de acuerdo con las propiedades de las moléculas de proteínas en la sangre, estas se comportan como cuerpos rígidos y pueden ser retenidas en los umbrales generados entre las ranuras de cuerpos concéntricos mientras se centrifuga.

REFERENCIAS



[1].-<https://www.anmm.org.mx/publicaciones/ENF-RENAL>.

[2].-Mollahosseini, A., Abdelrasoul, A., & Shoker, A. (2020). A Critical Review of Recent Advances in Hemodialysis Membranes Hemocompatibility and Guidelines for Future Development. *Materials Chemistry and Physics*.

[3].-Hemodiálisis y diálisis peritoneal/ Pat Piaskowski pdf

[4].-Mott, V. L., Finley, V., Truslow, J., Rossetti, D., Santos, J., Gusman, J., . . . Charest, J. (2020). Multipoint Dilution Hemofiltration: A New Technology for Maximum Convective Clearance. *Thoughts & Progress*, 753-763.

[5].- Yaqoob, T., Ahsan, M., Hussain, A., & Ahmad, I. (2020). Computational Fluid Dynamics (CFD) Modeling and Simulation of Flow Regulatory Mechanism in Artificial Kidney Using Finite Element Method. *Membranes - Open Access Journal*, 1-18.

[6].- (Intensivos, 2013)

[7].-Forni, L. G., & Hilton, P. J. (1997). Continuous Hemofiltration in the Treatment of a Cute Renal Failure. *The New England Journal of Medicine*, 1303-1309.

[8].-(España Patente nº 2 700 119, 2015)



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BIMES is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/booklets)