

SIMULACION FLUODINAMICA DE UN BIOFILTRO DE LECHO ESCURRIDO, DE UNA CORRIENTE DE BIOGÁS, PARA LA DETERMINACION DE LA PERMEABILIDAD Y EL TIEMPO DE RETENCIÓN DE UN MEDIO POROSO

Rosales-Rodríguez David¹; López-Aguilar Héctor A².; Gómez Jorge A³.; Huerta-Reynoso Enrique A².; Hernandez-Figueroa Benjamín⁴; Perez-Hernandez Antonino².

1 Instituto Tecnológico de Querétaro; 2 Centro de Investigación de Materiales Avanzados; 3 Universidad Autónoma de Cd. Juárez; 4 UACH- Facultad de Ciencias Químicas.

Introducción.

El biogás en el desarrollo de energías renovables, tendrá en un futuro una demanda del 25% de la bioenergía utilizada a nivel mundial y será fundamental en el proceso de descarbonización y en el impulso hacia una economía circular [1]. La producción de biogás en bruto, contiene contaminantes traza, entre ellos el sulfuro de hidrogeno (H₂S) (1-3% v/v), que de acuerdo a la organización mundial de la salud, la exposición a concentraciones de 500 ppm puede causar la muerte y es altamente corrosivo [2].

El proceso de biofiltración es una tecnología eficaz y amigable con el ambiente, los biofiltros pueden estar empacados con una gran variedad de materiales orgánicos e inorgánicos, sin embargo tienen uso limitado, ya que tienden a saturarse por la acumulación de los productos del contaminante removido y de la biomasa [2]. El tiempo de retención hidráulica (TRH), es el parámetro clave para garantizar una operación de biofiltración exitosa [4]. En consecuencia, es necesario entender los mecanismos fluido dinámicos precisos que intervienen en la remoción del H₂S, para determinar el papel que estos desempeñan [10]. El presente trabajo tiene como objetivo determinar la permeabilidad de un medio poroso bajo un modelo computacional de dinámica de fluidos (CFD) ANSYS-FLUENT y Analizar bajo la herramienta de diseño de experimentos (DOE) ANSYS-FLUENT la determinación de los perfil de velocidades y presiones de entrada y salida en el biofiltro.

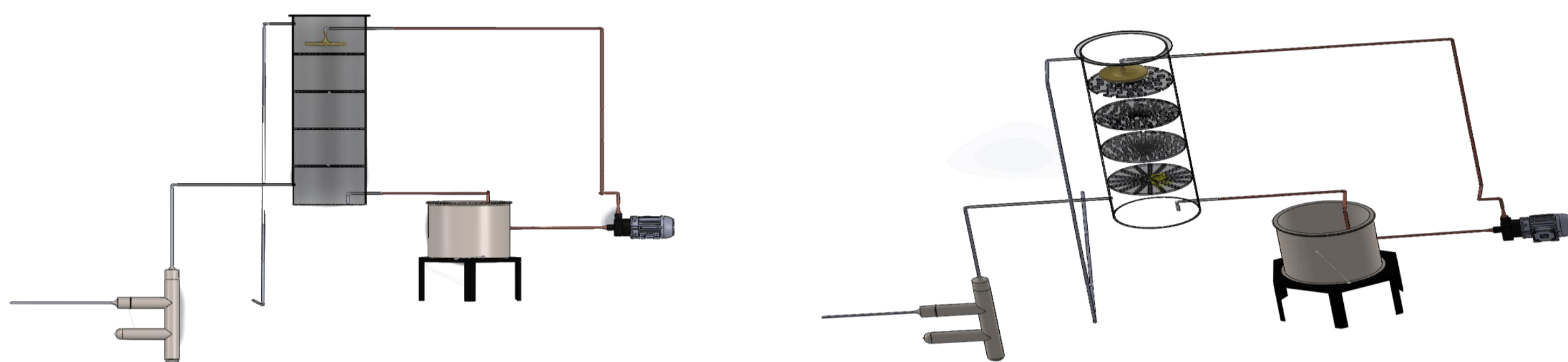


Figura 1. Modelo tridimensional del sistema de desulfuración del Biofiltro de lecho escurrido.

Metodología

Consideraciones de diseño. Para el desarrollo y análisis del modelo computacional del biofiltro.

1. Se utilizó el software ANSYS-FLUENT V17.2 aplicando el modelo matemático de turbulencia K-epsilon.
2. Se empleó el modelo de zona porosa con los parámetros del inverso de la permeabilidad y unas constantes $C_0 = -1$ y $C_1 = 2$ en la zona intermedia del filtro.
3. Se utilizaron como condiciones iniciales una velocidad de entrada y una presión de salida para un sistema en medio estable (no dependiente del tiempo).
4. La malla de la geometría fue realizada en el mesh de Ansys y con un total de 600 mil elemento.

$$(1) S_i = -C_0 |v|^{C_1} = -C_0 |V|^{(C_1-1)} V_i$$

$$(2) \frac{dP}{dX} = - \left[dg + \frac{v_x \eta}{\alpha} \right]$$

$$(3) \eta_{mix} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i \eta_i}{\sum_{j=1}^n x_j \phi_{ij}}$$

$$(4) \nabla P = - \frac{\eta}{\alpha} \vec{v}$$

$$(5) TRH = \frac{V}{Q}$$

Los parámetros posteriores que se utilizaron, se obtuvieron de las dimensiones reales del instalado en el rancho de los arados los cuales se expresan en la siguiente tabla (Tabla 1).

Tabla 1. Condiciones de diseño y frontera

CONDICIONES DE FRONTERA	VALOR	UNIDADES
Velocidad de entrada	0.102	M/S
Presión de salida	1.23	Pa
Densidad del gas	0.656	Kg/m ³
Viscosidad dinámica del gas	1.227e-5	Pa*s
Caída de presión	300	pa
DIMENSIONES DE DISEÑO	VALOR	UNIDADES
Radio de entrada	0.0127	m
Longitud de entrada/salida	1	m
Altura del filtro	1.21	m
Radio del filtro	0.18	m
Longitud del medio poroso	0.8	m

Resultados-se determinar: la permeabilidad ($2.7384e^{-12} \text{ m}^2$); el tiempo de retención hidráulica del biogás (43.32 segundos); perfiles de presión ($P_i = 288.6$; $P_o = 1.23 \text{ Pa}$) y perfiles velocidad ($V_i = 0.102$; $V_o = 0.0461 \text{ m/s}$) del filtro bajo las condiciones de frontera establecidas.

Conclusiones

Bajo los datos obtenidos, se da un resultado preliminar del comportamiento del medio poroso y su interacción fluodinamica con el biogás, el cual dará un horizonte para futuras investigaciones, en las cuales se podrá determinar la eficiencia del sistema de biofiltración y así como el tiempo de vida útil del sistema.

La herramienta ANSYS Fluent, ofrece la oportunidad de realizar escalamiento, con el apoyo de información experimental

Resultados

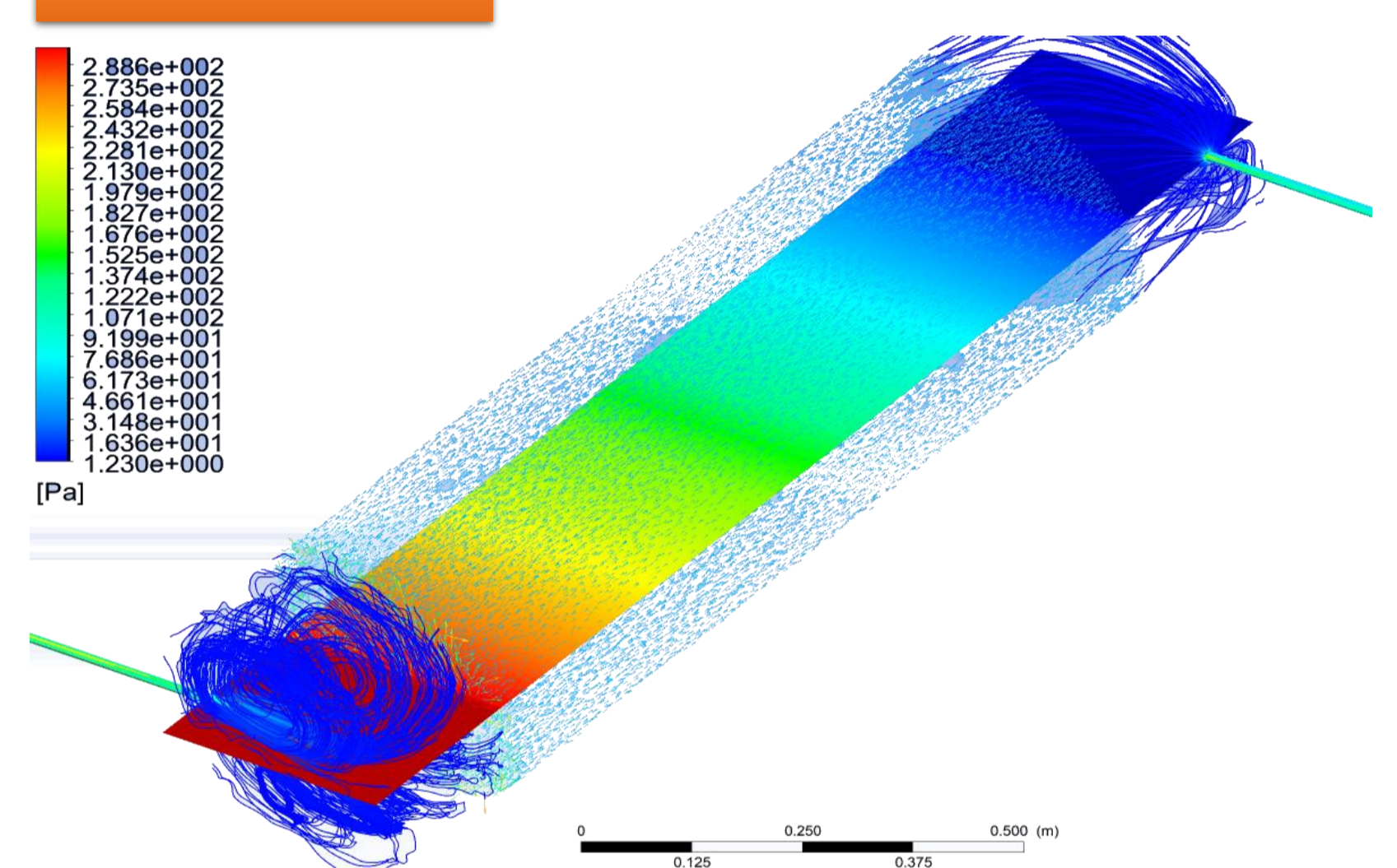


Figura 2. Perfil del flujo del gas a través del filtro, donde se observa la caída de presión

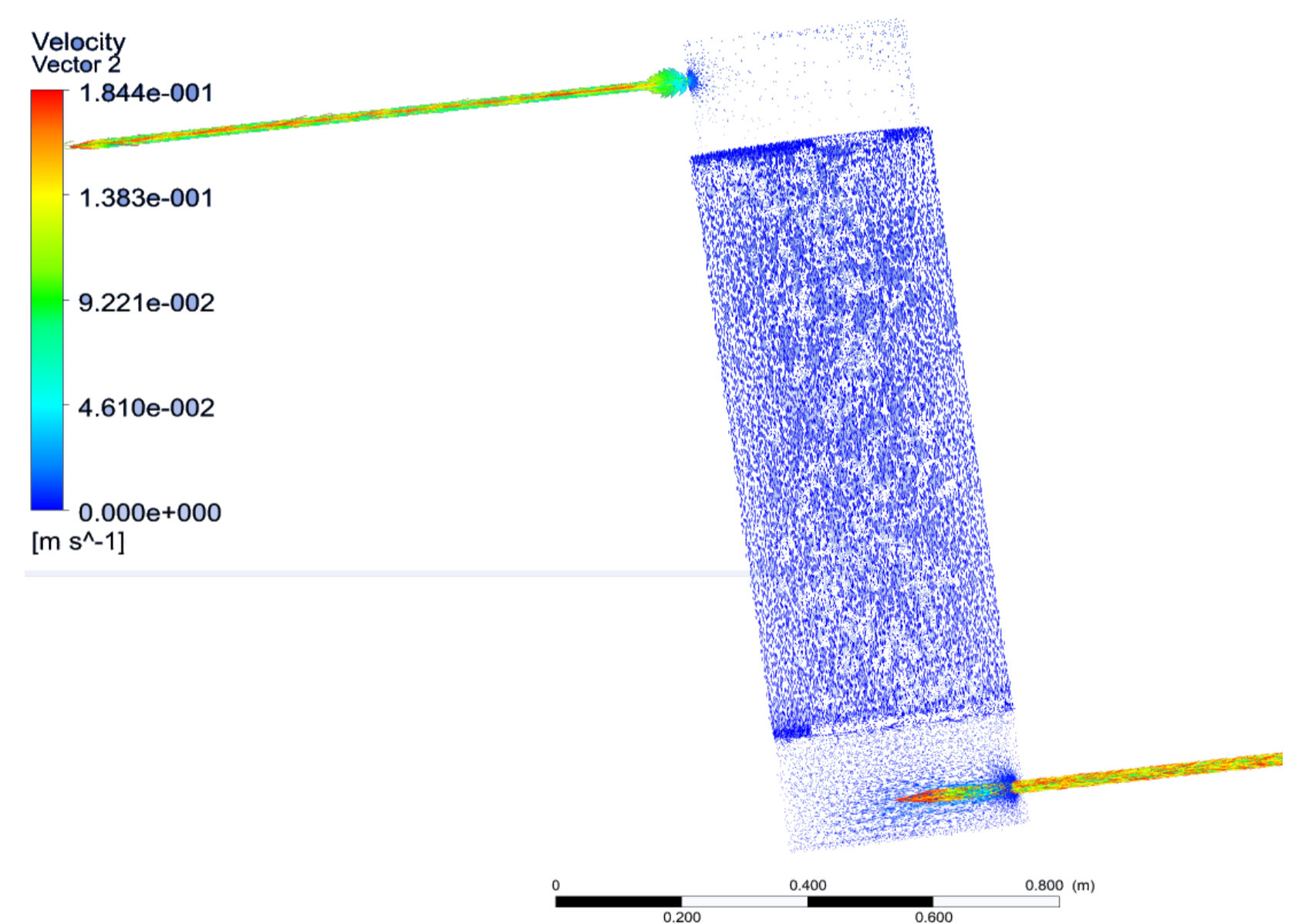


Figura 3. Perfil vectorial de velocidad, del gas a través del filtro,

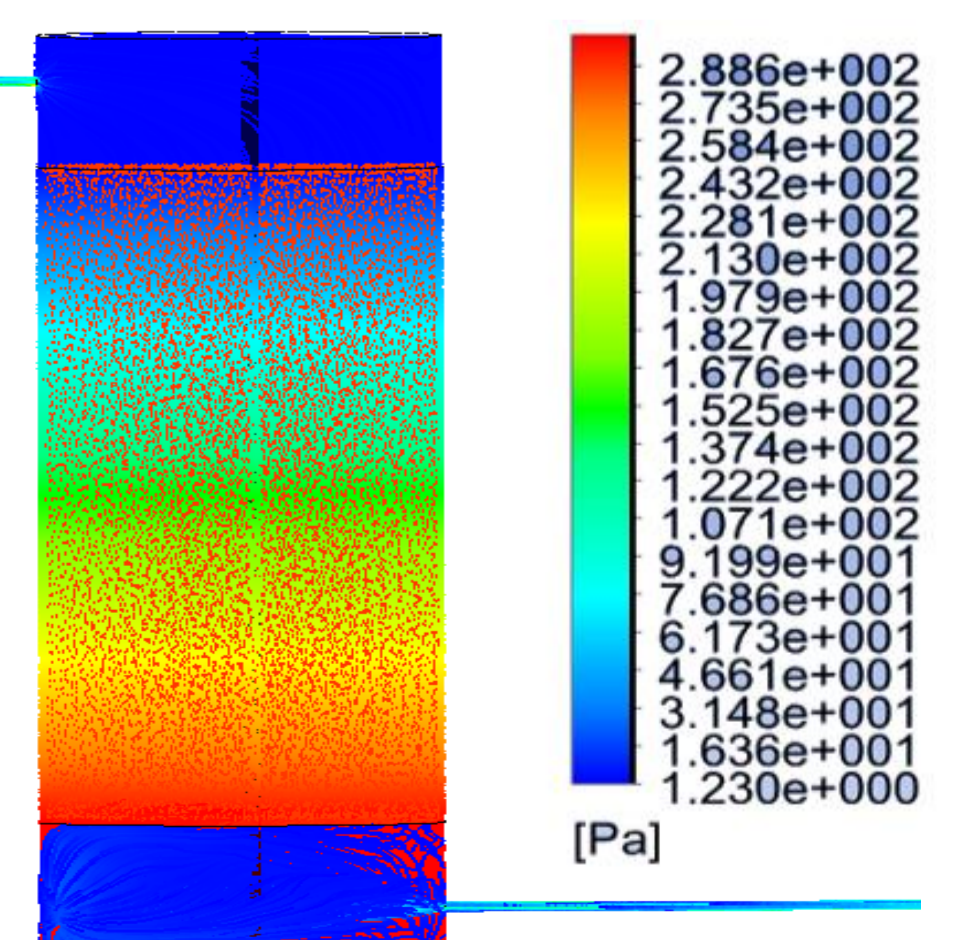


Figura 4. Perfil vectorial de flujo ascendente, mostrando la caída de presión.

Referencias.

- [1] Prof. María Teresa Varnero Moreno, Manuel de biogas, Chile: Proyecto CHI/00/G32 Chile: Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables, 2011.
- [2] Sahota et al. (2018) Bioresource Technology Reports, 1, 79–88.; Jones, K. (2014) Toxicology Letters, 231(3), 1 Vikrant et al. (2018) Journal of Cleaner Production, 187, 131–147.; Pokorna et al. (2015) Biotechnology Advances, 33(6), 1246–1259
- [3] L. X. W. C. J. W. YiQing Chen, «Pilot-scale study using biotrickling filter to remove H₂S FROM SEWAGE LIFT STATION: eXPERIMENT ans CFD simulation,» School of chemical engineering and technology, tianjin university, tianjin, 300072, china , Changasha, 410083, China.
- [4] «D.R. © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales,» Comisión Nacional del Agua, insurgentes sur 2416, Col. Copilco El bajo Cp. 04340, Coyoacan, Mexico Df., MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO, Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Filtro Anaerobios de Flujo Ascendente.
- [5] J. Z. Lopez, ESTUDIO DE FLUJO MULTIFASICO EN MEDIOS POROSOS, 2011.
- [6] J. Z. Lopez, «ESTUDIO DE FLUJO MULTIFASICO EN MEDIOS POROSOS,» Instituto Politecnico Nacional, vol. 1, n° 1, 2 07 2011.
- [7] G. G. D.R. Poirier, Transport Phenomena In materials Processing, ARIZONA: 2016 by The Minerals, Metals & Materials Society, 20016.
- [8] C. N. Londoño, T. L. Montoya y M. G. Orozco, «EVALUACION COMPUTACIONAL DEL FLUJO A TRAVES DE MEMBRANAS POROSAS,» EL SEVIER, vol. 9, n° 2, pp. 5-7, diciembre 2012.
- [9] L. O. viera, «PURIFICACION DE BIOGAS EMPLEANDO MEMBRANAS VITREAS Y DE ZEOLITA NATURAL CUBANA,» del Ministerio de Educación Superior de la REPUBLICA DE CUBA. CALLE 23 ENTRE F Y G No. 5 el vevado Cp 10400, LA HABANA, 2017
- [10] Hydrogen sulfide removal from a biogas mimic by biofiltration under anoxic conditions; el sevier Mouna Ben jabber, Annabelle Couvert ÉcoleNationale Supérieure de Chimie de Rennes, CNRS, UMR 6226 page 4-5