

Predicción de remoción de contaminantes en lixiviados mediante el uso de Redes Neuronales Artificiales.

Saúl Antonio Rivera-González ¹, Yamileth Sordel-López ¹, Juan Pablo Rodríguez-Miranda ², Octavio Salcedo-Parra ³, Luis Carlos Sandoval-Herazo ^{1,*}

¹ Laboratorio de Humedales y Sustentabilidad Ambiental, División de Posgrados e Investigación, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Misantla, Veracruz, México.

² Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, D.C., Colombia.

³ Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

* Autor de correspondencia: lcsandovalh@gmail.com; Tel.: +52 235 111 53 06

Bioinformática aplicada a desarrollo sustentable o energías renovables.

Palabras clave: RSU; Lixiviados; Red Neuronal Artificial; Humedal Construido.

Introducción. Para 2020, la generación de residuos sólidos per cápita fue de 0.944 kilogramos por habitante al día, es decir, se generaron 120,128 toneladas de RSU al día en México (Gutiérrez et al., 2020).

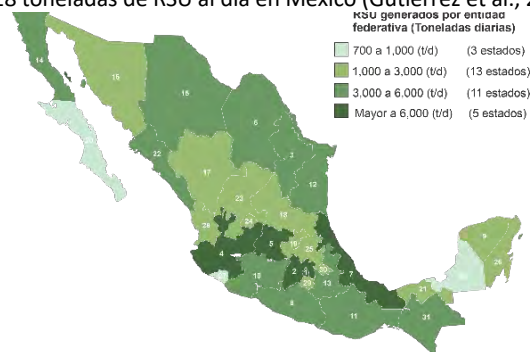


Figura 1. Generación de RSU por entidad federativa, elaboración propia basado en datos de Gutiérrez et al., 2020.

La disposición de RSU en vertederos genera lixiviados, un líquido altamente contaminante que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro, representando un riesgo potencial para los ecosistemas y seres vivos, incluyendo asentamientos urbanos (Costa et al., 2019). El objetivo de esta investigación es realizar una red neuronal artificial que prediga de manera óptima el comportamiento de la remoción de contaminantes en los lixiviados mediante un humedal construido de flujo vertical parcialmente saturado.

Materiales y Métodos. Para establecer el estado actual de uso de Redes Neuronales Artificiales en el diseño y construcción de Humedales Construidos de Flujo Vertical Parcialmente Saturados, se realizó la búsqueda en diferentes bibliotecas virtuales citadas a continuación: Lancet, CellBMJ, Nature, Science, Elsevier, Oxford, Wiley, medRxiv.

Resultados. En la literatura se han presentado diversas clasificaciones de las técnicas de Inteligencia Artificial para el pronóstico de la eliminación de contaminantes en el tratamiento del agua (Fan et al., 2018).

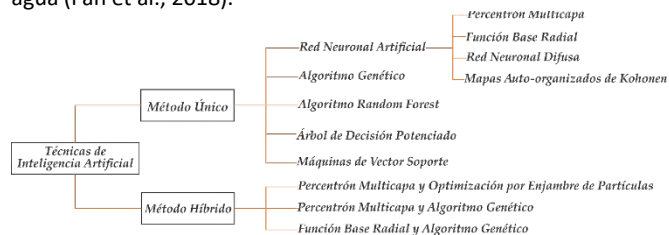


Figura 2. Técnicas IA para el pronóstico de eliminación de contaminantes en aguas residuales modificado de Fan et al., 2018

Los modelos RNA se aplican actualmente en los campos de la medicina, la ciencia y la tecnología para el reconocimiento de patrones y el control de procesos (Nayak et al., 2006). La simulación de los procesos de tratamiento de agua pueden aplicarse con diferentes tipos de RNA, como la red de percepción multicapa (MLP), la red de función de base radial (RBF), la red neuronal difusa (FNN), la red de mapa autoorganizado (SOM), la red neuronal recurrente (RNN), la red neuronal caótica (CNN), la red neuronal convolucional y la red de creencia profunda (DBN) (Bagheri et al., 2015; Fan et al., 2018; Li et al., 2016; Mandal et al., 2015; Mendoza-Castillo et al., 2015).

Conclusiones. El uso de Humedales Construidos de Flujo Vertical Parcialmente Saturados como alternativa de sistemas de tratamiento de lixiviados podría ser una alternativa sustentable y económica si se prueba su viabilidad al remover contaminantes y eliminar materia orgánica y metales pesados en lagunas de estabilización dentro de Relleno Sanitarios. El uso de RNA pueden proporcionar predicciones confiables y soportar múltiples entradas de variables de influentes y efluentes de lixiviados. Los resultados de esta investigación muestran un amplio campo de investigación para el uso de Redes Neuronales para la predicción de remoción de contaminantes en lixiviados de sitios de disposición final.

Bibliografía.

- Bagheri, A. R., Ghaedi, M., Hajati, S., Ghaedi, A. M., Goudarzi, A., & Asfaram, A. (2015). Random forest model for the ultrasonic-assisted removal of chrysoidine G by copper sulfide nanoparticles loaded on activated carbon; response surface methodology approach. *RSC Advances*, 5(73), 59335–59343.
- Costa, A. M., Alfaia, R. G. de S. M., & Campos, J. C. (2019). Landfill leachate treatment in Brazil – An overview. *Journal of Environmental Management*, 232(October 2018), 110–116.
- Fan, M., Hu, J., Cao, R., Ruan, W., & Wei, X. (2018). A review on experimental design for pollutants removal in water treatment with the aid of artificial intelligence. *Chemosphere*, 200, 330–343.
- Gutiérrez, V., Ramirez, I., Encarnación, G., & Medina, A. (2020). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2020. In *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Nacional de Ecología* (Vol. 4, Issue 3).
- Li, L., Hu, J., Shi, X., Fan, M., Luo, J., & Wei, X. (2016). Nanoscale zero-valent metals: a review of synthesis, characterization, and applications to environmental remediation. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(18), 17880–17900.
- Mandal, S., Mahapatra, S. S., Sahu, M. K., & Patel, R. K. (2015). Artificial neural network modelling of As(III) removal from water by novel hybrid material. *Process Safety and Environmental Protection*, 93(III), 249–264.
- Mendoza-Castillo, D. I., Villalobos-Ortega, N., Bonilla-Petriciolet, A., & Tapia-Picazo, J. C. (2015). Neural network modeling of heavy metal sorption on lignocellulosic biomasses: Effect of metallic ion properties and sorbent characteristics. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 54(1), 443–453.
- Nayak, P. C., Satyaji Rao, Y. R., & Sudheer, K. P. (2006). Groundwater level forecasting in a shallow aquifer using artificial neural network approach. *Water Resources Management*, 20(1), 77–90. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-4007-z>
- Yoo, J. J., Seo, G., Chua, M. R., Park, T. G., Lu, Y., Rotermond, F., ... & Seo, J. (2021). Efficient perovskite solar cells via improved carrier management. *Nature*, 590(7847), 587–593.