

## Modelo matemático y simulación de ecuaciones de difusión de oxígeno disuelto en un sistema de aireación por burbujeo para tratamiento de aguas superficiales

Paula M. Pedrozo<sup>1</sup>, Hyun Ho Shin<sup>2</sup>, Daniel Rivaldi<sup>3</sup>

FCQ, San Lorenzo, CRAL

Christian Schaerer<sup>4</sup>, Magna Monteiro<sup>5</sup>

NIDTEC, San Lorenzo, CRAL

La presencia del oxígeno es esencial para los organismos responsables de la fotosíntesis, oxidación-reducción y la descomposición de materia orgánica en los cuerpos hídricos naturales [1]. Consecuentemente, es importante estudiar y analizar la distribución y concentración de oxígeno disuelto (OD) [2, 3]. Este trabajo pretende presentar dos modelos de difusión de OD en un sistema de aireación por burbujeo para tratamiento de aguas superficiales.

Las simulaciones comprenden la resolución de las ecuaciones propuestas de dos métodos matemáticos, el primer modelo denominado 0-D, observado en las ecuaciones (1) y (2) resulta de la transferencia de masa entre la columna de aireación y el tanque de muestreo, el segundo modelo observado en la ecuación (3), denominado 1-D es un modelo que parte de la velocidad de flujo de deriva (para  $u_L \leq 0$ ) según correlación obtenida [4], donde  $u_L$  es la velocidad superficial del líquido. Ambos modelos matemáticos consideran la advección y difusión del OD, así como el deslizamiento entre el gas y el líquido como una combinación de dos mecanismos.

$$V_1 \frac{dC_1}{dt} = q(C_2 - C_1) - k_L a(C_1 - C_s), \quad (1)$$

$$V_2 \frac{dC_2}{dt} = q(C_1 - C_2), \quad (2)$$

donde  $C_1$  es la concentración de oxígeno disuelto en la columna de aireación,  $K_L a$  el Coeficiente global de transferencia de gases,  $C_s$  la concentración de saturación del oxígeno disuelto,  $C_2$  la concentración de oxígeno disuelto en el tanque de muestreo,  $q$  caudal de agua recirculada,  $V_1$  y  $V_2$  volúmenes de agua en la columna de aireación y del tanque, respectivamente.

$$\frac{k_L a D_T^2}{D_L} = 0.6 \left( \frac{\mu_L}{\rho_L D_L} \right)^{0.5} \left( \frac{g D_T^2 \rho_L}{\sigma} \right)^{0.62} \left( \frac{g D_T^3 \rho_L^2}{\mu_L^2} \right)^{0.31} \varepsilon_G^{1.1}, \quad (3)$$

donde  $D_T$  es el diámetro interno de la columna,  $D_L$  es el coeficiente de difusión del oxígeno,  $\mu_L$  es la viscosidad del agua,  $\rho_L$  densidad del agua,  $\sigma$  tensión superficial el agua,  $g$  gravedad y  $\varepsilon_G$  la retención fraccional del gas.

La cinética de la absorción del oxígeno es obtenida en un prototipo de burbujeador de aire, en una columna de aireación diseñada para éste fin, tal como se observa en la figura 1. Las

---

<sup>1</sup>paula.mope@hotmail.com

<sup>2</sup>hshin@qui.una.py

<sup>3</sup>danielrivaldi@gmail.com

<sup>4</sup>cschaerer@pol.una.py

<sup>5</sup>mmonteiro@pol.una.py

ecuaciones son resueltas usando el software RStudio®. Se obtienen simulaciones de coeficiente de transferencia de masa en la columna de aireación con aguas de la Cuenca Hidrológica Arroyo de San Lorenzo. Finalmente, se analizan los efectos de sistema de burbujeador en el mejoramiento de las condiciones del agua del Arroyo San Lorenzo.

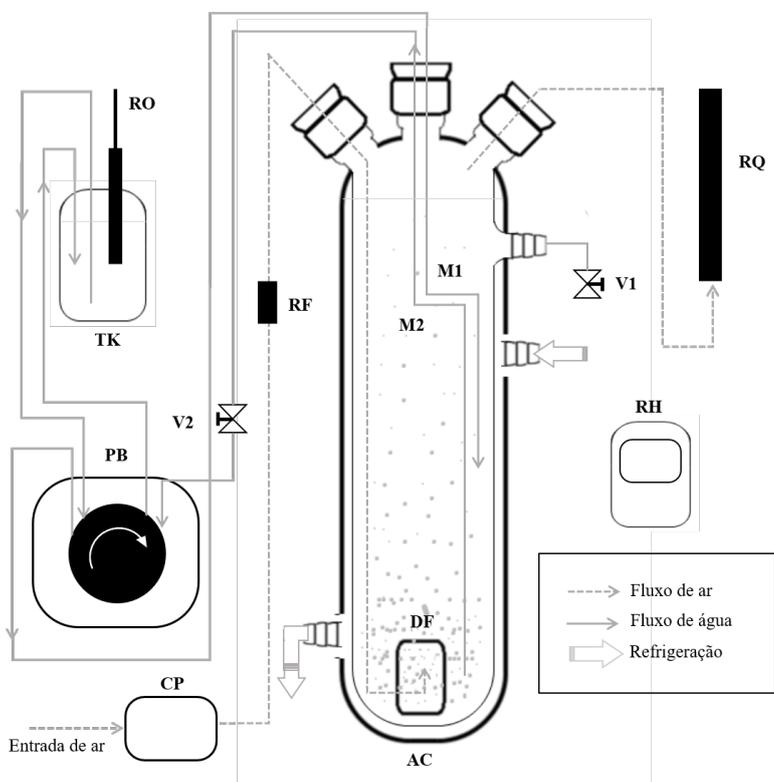


Figura 1: Esquema de Montaje de aireación de agua con Difusor. Donde (AC) es la columna de aireación, (DF) el difusor de aire, (CP) el compresor, (M1) y (M2) mangueras de bombeo del agua, (V1) y (V2) válvulas de regulación de caudal de agua, (RF) y (RQ) flujómetros de entrada y salida de aire, (RH) medidor de temperatura y humedad del ambiente, (PB) bomba peristáltica, (TK) tanque de muestra y (RO) medidor de oxígeno resuelto.

## Referências

- [1] R. Holmes. **Aeration of Distilled Water by a Partially - Submerged Rotary Disc**. Michigan, The Ohio State, U.S.A, 1967.
- [2] A. Insfrán e A. Pinheiro. “Indicadores de Qualidade da água em microbacias rurais”. Em: **Universidade REgional de Blumenau-SC, Brasil 8.1 (2003)**, pp. 41–49.
- [3] A. Avellaneda e P. Bladimir. **Evaluación de un modelo mecanicista para la aireación de agua residual con difusor de burbuja fina**. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2021.
- [4] S. A. Tadachika e T. Shigeo U.and Shinji. “Mass Transfer in Countercurrent and Cocurrent Bubble Columns”. Em: **Chem. Eng. Technol.** 13 (1990), pp. 113–118. DOI: 10.1002/ceat.270130115.