

# Modelo de Programación No Lineal para el Diseño de Sistemas de Tratamiento Electroquímico de Aguas Residuales

Contaminadas con Trazas de Amoxicilina

Jefry Erick Quispe Ramos

UNAP / metodos de optimizacion

May 7, 2025

- La amoxicilina es un antibiótico común que contamina aguas residuales hospitalarias e industriales.
- La electroquímica ofrece una alternativa eficiente para su degradación.
- Se busca optimizar el diseño de sistemas de tratamiento mediante programación no lineal.

# Formulación del Problema

- Variables de decisión: tiempo de tratamiento, densidad de corriente, concentración inicial, etc.
- Objetivo: Minimizar el costo operativo o maximizar la eficiencia de remoción.
- Restricciones: límites de seguridad, eficiencia mínima, consumo energético máximo.

# Modelo de Programación No Lineal (PNL)

## Función Objetivo

Minimizar:

$$Z = C(t, I, V) = a \cdot t + b \cdot I^2 + c \cdot V$$

## Sujeto a:

$$R(t, I, V) \geq R_{\text{mín}}$$

$$0 \leq t \leq t_{\text{máx}}$$

$$I_{\text{mín}} \leq I \leq I_{\text{máx}}$$

$$V_{\text{mín}} \leq V \leq V_{\text{máx}}$$

# Resultados Esperados

- Optimización del uso de energía y tiempo de tratamiento.
- Reducción significativa de trazas de amoxicilina.
- Viabilidad del modelo como apoyo en la toma de decisiones para plantas de tratamiento.

- La programación no lineal es útil en procesos de tratamiento ambiental complejo.
- El modelo propuesto permite balancear eficiencia, costo y restricciones técnicas.
- Futuro: validar el modelo con datos experimentales y extenderlo a otros fármacos.