

MODELO PREDICTIVO PARA LA DOSIFICACIÓN DE COAGULANTE EN EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA

PROBLEMA

El comportamiento dinámico que presentan los parámetros fisicoquímicos del agua junto con la falta de herramientas que permitan considerar la variabilidad de los datos recopilados, generan un consumo excesivo de coagulante (Sulfato de Aluminio) al no poder determinar de forma precisa la dosificación. Esto ha motivado el desarrollo de algoritmos computacionales que permitan predecir la dosis a emplearse, sin embargo, hasta ahora no se tenían resultados satisfactorios ya que los modelos desarrollados no contemplaban todas las variables involucradas en el proceso de coagulación.

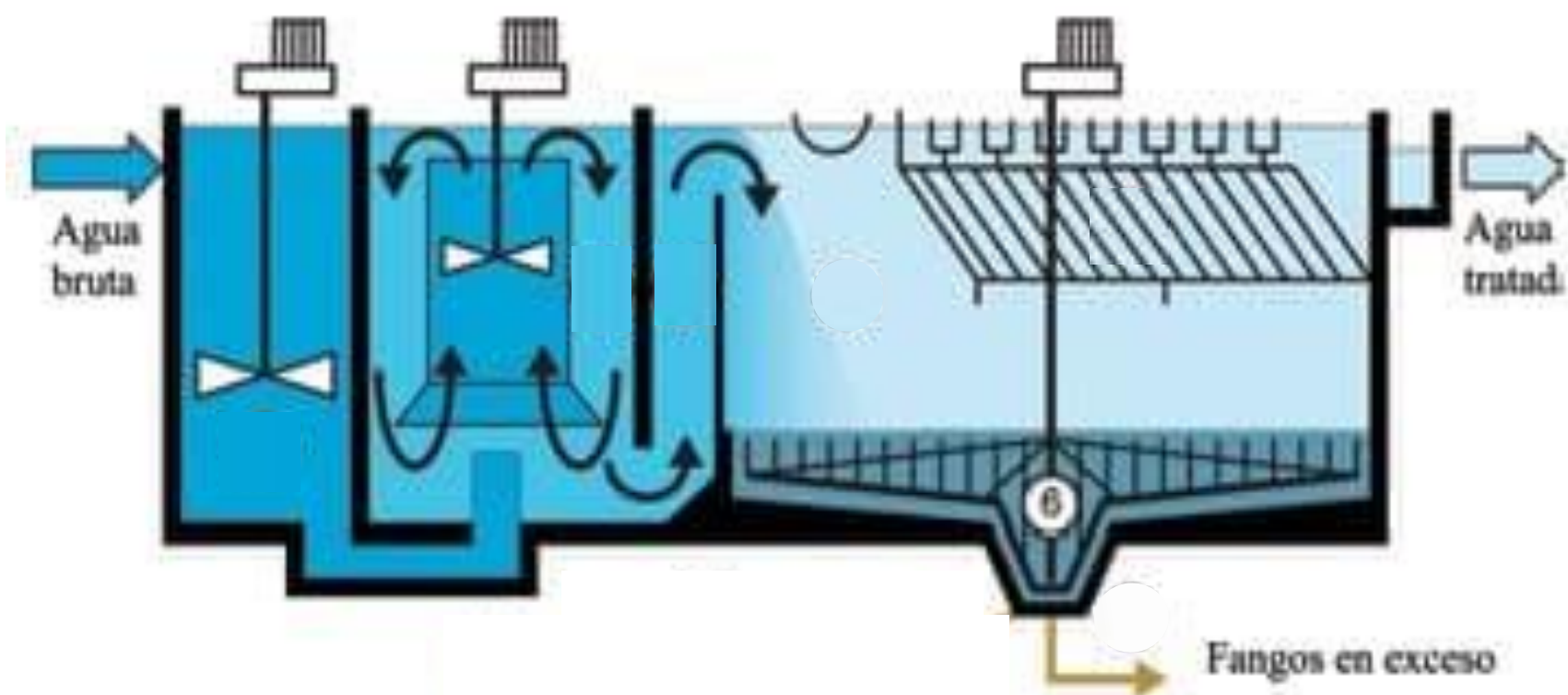
OBJETIVO GENERAL

Proponer un modelo matemático predictivo basado en el análisis de parámetros fisicoquímicos del agua cruda para la determinación de la dosis óptima de coagulante (Sulfato de Aluminio-SAL).

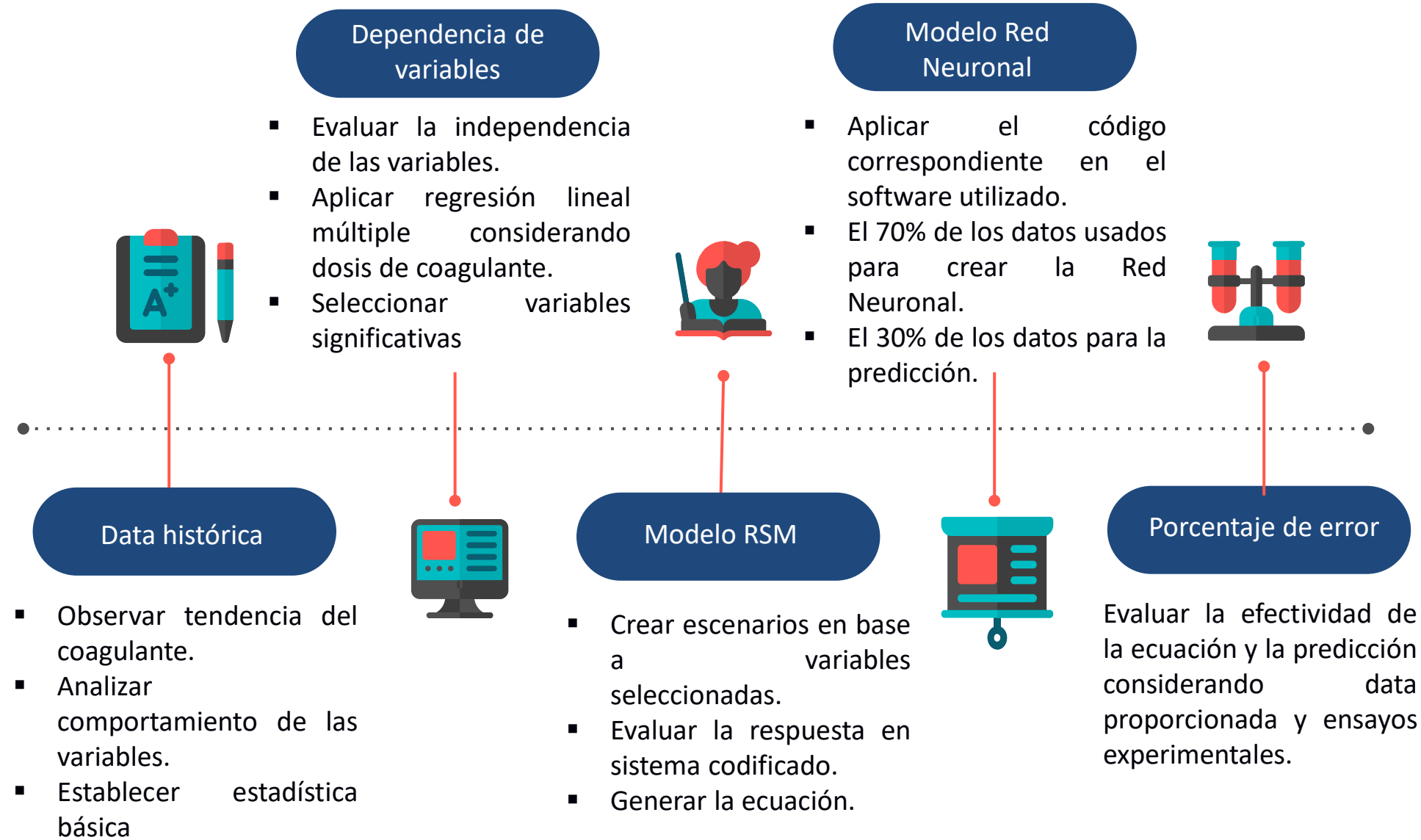
PROPUESTA

Conjunto de ecuaciones matemáticas predictivas que permitan establecer la dosis de coagulante óptima al considerar las propiedades fisicoquímicas del agua de ingreso a la planta. Estas propiedades se basan en las medidas por la empresa y corresponden a variables de laboratorio y producción, siendo estas: **turbiedad, temperatura, pH, alcalinidad, conductividad, color, materia orgánica, caudal de agua cruda, frecuencia de agitación de clarificadores, porcentaje de manto, consigna de turbiedad y dosis de polímero.**

PROCESO DE COAGULACIÓN



METODOLOGÍA

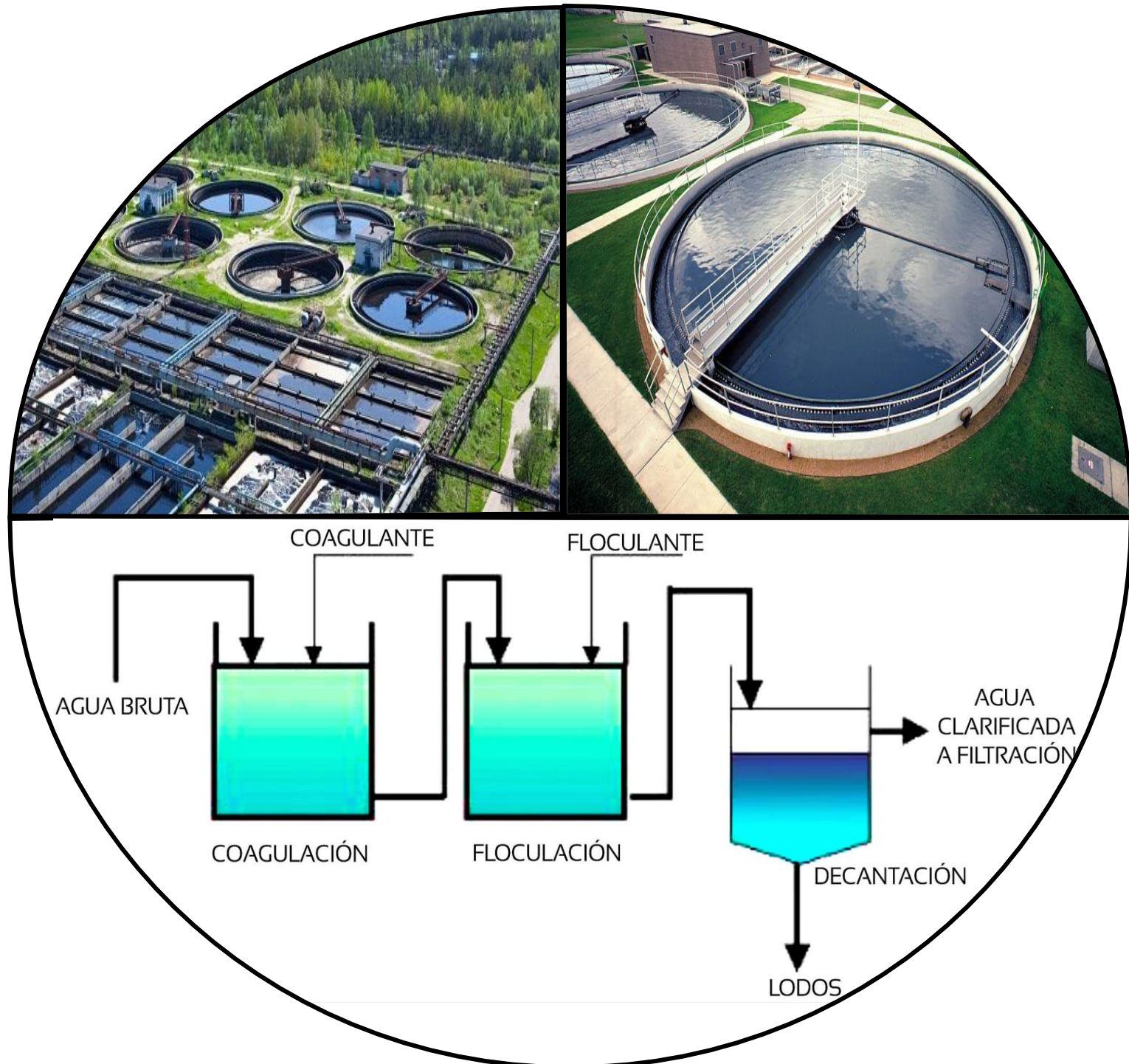


BENEFICIOS

- Adaptar el proceso de dosificación a las condiciones del agua de río.
- Ahorrar costos de operación al disminuir el consumo excesivo de coagulante.
- Mantener las condiciones de salida del proceso dentro de la normativa establecida. (Agua decantada)

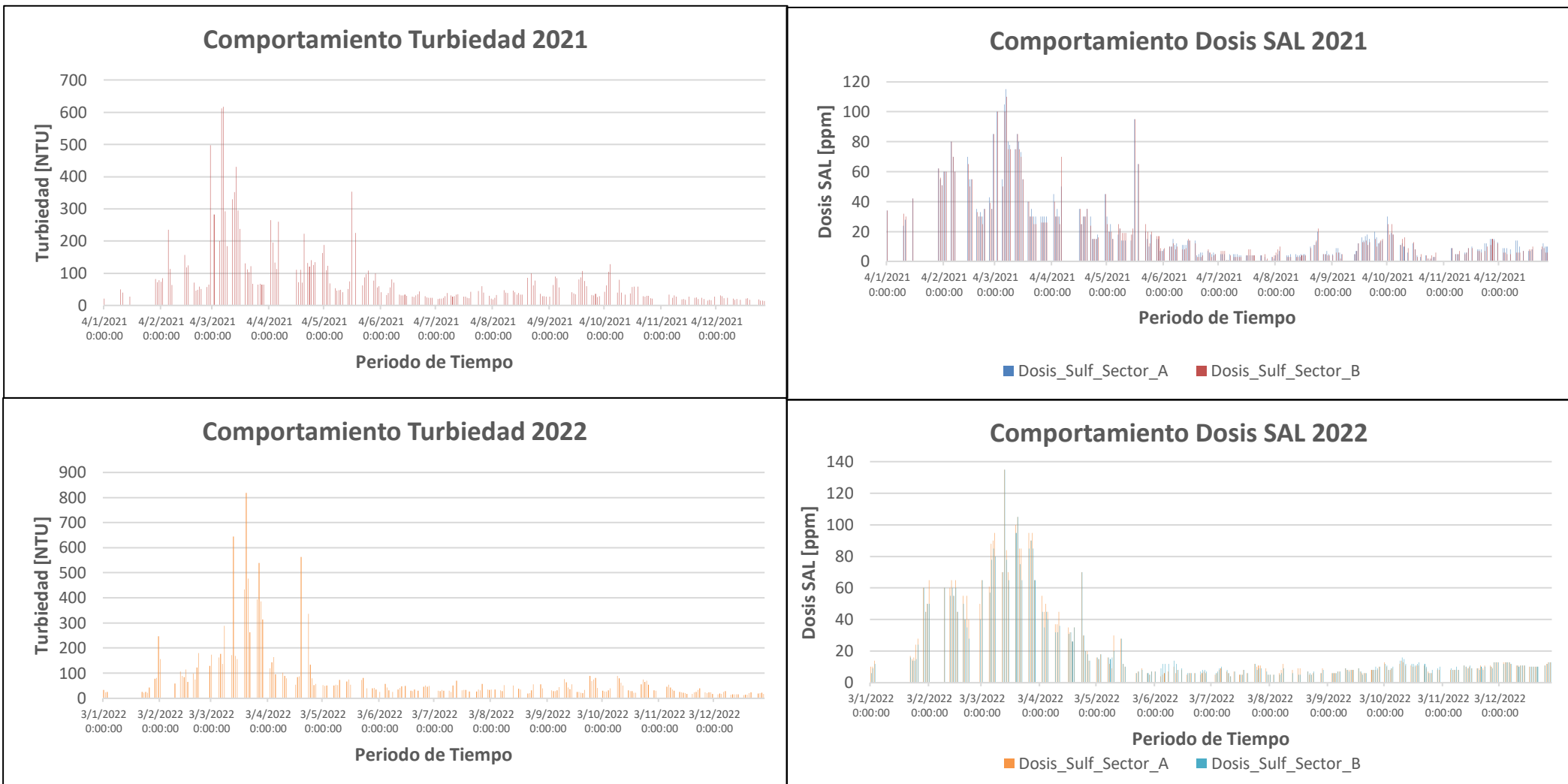
CONCLUSIONES

- Mediante la aplicación del método RSM, se obtuvieron las ecuaciones polinómicas que permiten predecir la dosificación de coagulante en los sectores A y B, para las épocas lluviosa y seca.
- Los coeficientes de correlación obtenidos al aplicar el método RSM fueron mayores a 0.9; esto indica un alto grado de precisión con respecto a las predicciones que se puedan efectuar con las ecuaciones polinómicas obtenidas.



RESULTADOS

TENDENCIA DE LOS DATOS



SIGNIFICANCIA DE VARIABLES

Sector A				Sector B			
Época Seca				Época Seca			
Variables	Coefficiente Estimado	Pr(> t)		Variables	Coefficiente Estimado	Pr(> t)	
Conductividad	0.0946891	0.00655	**	Materia Orgánica	6.077 e-03	0.00256	**
Alcalinidad [ppm]	-0.3015160	0.01010	*	Polímero [ppm]	7.610 e-00	3.26 e-12	***
Caudal [NTU]	0.0010295	0.01493	*	Consigna Turbiedad [NTU]	1.055 e-00	0.00413	**
Dosis Polímero	0.0010295	1.34 e-06	***	Conductividad	8.290 e-02	8.05 e-05	***
Época Lluviosa				Época Lluviosa			
Turbiedad [NTU]	0.071122	0.00163	**	Turbiedad [NTU]	0.087376	5.81 e-08	***
Porcentaje de Manto	-2.666008	0.01927	*	Caudal	0.003423	0.001460	**
Materia Orgánica	5.986523	0.00650	**	Materia Orgánica	5.085139	0.000215	***

Datos obtenidos por regresión lineal múltiple

ECUACIONES

Sector A	Sector B
Época Seca	Época Seca
$SAL = 6.25 - 0.2083x_1 - 0.0417x_2 + 3.125x_3 - 0.35x_4 - 0.281x_1^2 + 0.344x_2^2 + 0.469x_3^2 + 0.594x_4^2$ <p> x_1: Conductividad x_2: Alcalinidad x_3: Caudal x_4: Polímero </p>	$SAL = 417.2 - 0.84x_1 + 2.28x_2 + 1.44x_3 + 0.27x_1^2 - 0.56x_2^2 - 0.0064x_3^2$ <p> x_1: Conductividad x_2: Caudal x_3: Dosis Polímero </p>
Época Lluviosa	Época Lluviosa
$L = 35.13 + 1.75x_1 + 0.4167x_2 - 1.375x_1^2 - 0.59x_2^2$ <p> x_1: Turbiedad x_2: Materia Orgánica </p>	$SAL = 49.9 + 1.03x_1 + 0.52x_2 - 1.60x_1^2 - 0.98x_2^2$ <p> x_1: Turbiedad x_2: Materia Orgánica </p>

COMPARACIÓN Y PORCENTAJE DE ERROR

Alrededor del **15%** Considerando las ecuaciones propuestas

Alrededor del **35%** Considerando red neuronal

- Se llevó a cabo una validación de las ecuaciones obtenidas mediante el cálculo del porcentaje de error entre la dosis predicha y la dosis calculada en planta. Para todos los escenarios contemplados, el porcentaje de error fue alrededor del 15% y 35%, demostrando precisión en los modelos obtenidos.