

# Metodología para determinar la calidad del efluente final de RILES de la empresa BASF



**Autor:** Marcela Miranda F. **Correo:** marcela.miranda.12@sansano.usm.cl

**Asignatura:** MAT282 - Lab.de modelación I **Profesor:** Pablo Aguirre

**Prof.externo:** Manuel González **Cargo:** Sup. de Energía, Utilidades y RILES de BASF

## Resumen/Abstract

Para las industrias, los residuos que se eliminan al medio ambiente son muy importantes, pues éstos deben cumplir con las normas establecidas por el Estado, por lo que es necesario tener un control de los niveles de cada contaminante liberado.

En esta ocasión, el objetivo será controlar y modelar los residuos líquidos industriales (RILES), los cuales, para este caso, se liberan a través del alcantarillado, estudiando así, los niveles de pH, DQO, sólidos suspendidos totales (SST) y poder espumígeno (PE).

## Descripción del Fenómeno

- En BASF existen cinco plantas que producen RILES: Poliestireno, Resinas, Dispersiones, Agro y Logística.
- Los RILES producidos en la planta reciben un tratamiento primario y un tratamiento de lodos, luego son mezclados con las aguas servidas de la planta para finalmente ser descargados a la red de alcantarillado hacia la planta de ESVAL.
- Es en este punto final donde se toman los datos con los cuales se trabajarán.
- Las plantas de dispersiones, caldera y poliestireno, trabajan de lunes a domingo. Las plantas de resinas y agro de lunes a sábado, y la planta de área logística de lunes a viernes en horario administrativo.

## Objetivos

Determinar una metodología y encontrar un modelo que permita conocer la calidad de los RILES que son desechados en BASF en todo momento, teniendo en consideración que se desean mantener los parámetros bajo control, pues se debe dar cumplimiento legal y corporativo, optimizando siempre los recursos de la empresa.

## Conclusión

- Los modelos propuestos, permitirán conocer los niveles de las variables críticas en los RILES en tiempo real, por lo tanto, se cumple el objetivo planteado.
- La falta de datos de los fines de semana, contribuye a que el error de predicción sea mayor.
- Hay variadas formas en que se puede trabajar con las series de tiempo, pero se escogió ésta, ya que, es más fácil que en un futuro, la empresa pueda mejorar estos modelos si se cuentan con nuevos datos.
- Un nuevo objetivo para el futuro, será disminuir la cantidad de muestras, pues así, disminuirán los costos asociados.

## Referencias

- [1] ROBERT H.SHUMWAY. DAVID S.STOFFER. *Time Series Analysis and its Applications*
- [2] PETER J.BROCKWELL. RICHARD A.DAVIS. *Time Series: Theory and Methods*

## Background Matemático

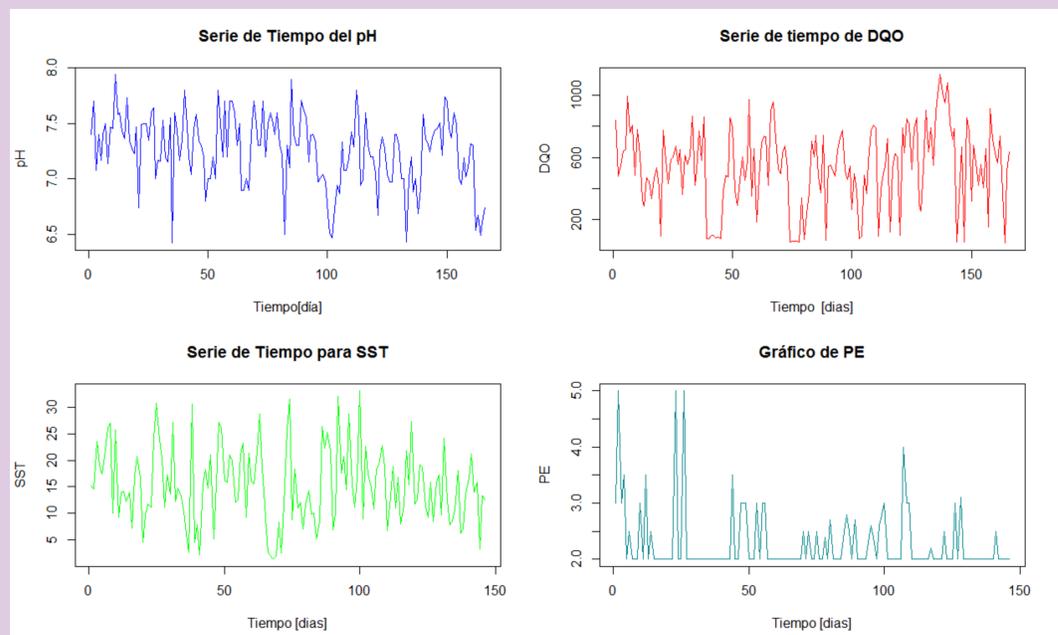
Una **Serie de Tiempo** es una colección de observaciones de un cierto fenómeno medido secuencialmente en el tiempo. Si el fenómeno tiene características aleatorias, entonces las observaciones serán una colección de variables aleatorias indexadas en el tiempo. Dichas observaciones son denotadas por  $x_1, x_2, \dots, x_t$ , donde  $x_t$  es el valor tomado por el proceso en el instante  $t$ .

Las series de tiempo **estacionarias** son aquellas cuya media y varianza no cambian a través del tiempo. Esta característica permitirá modelar el proceso a través de una ecuación con coeficientes estimados a partir de los datos que se tengan.

Los **modelos autorregresivos de media móvil**, se aplican a series temporales de datos y permite entender y predecir futuros valores de la serie. El modelo ARMA(p,q) está formado por dos partes, una parte autorregresiva (AR) de orden p y otra de media móvil (MA) de orden q, y se puede escribir como:  $x_t - \phi_1 x_{t-1} - \dots - \phi_p x_{t-p} = e_t + \theta_1 e_{t-1} + \dots + \theta_q e_{t-q} + c$ , donde  $e_t$  comúnmente es un **ruido blanco** (es decir  $e_t \sim N(0, \sigma_e^2)$ ).

## Análisis y presentación del modelo matemático

Los datos graficados en función del tiempo son:



- Para el caso del pH, SST y DQO, los datos cumplen con los test de estacionaridad y normalidad, por lo que se decide modelar los datos como un proceso ARMA(p,q), donde p y q son obtenidos gracias a las funciones PACF y ACF, o a la función implementada en R llamada *auto.arima*.
- Para el poder espumígeno (PE), dado el comportamiento de los datos, se decidió realizar una regresión lineal.

Variable	Tipo de Modelo	Modelo Propuesto
pH	ARMA(1,1)	$x_t = 0.75x_{t-1} - 0.4e_{t-1} + e_t + 7.2509$
DQO	ARMA(1,3)	$x_t = 0.57x_{t-1} - 0.27e_{t-1} + 0.034e_{t-2} + 0.15e_{t-3} + e_t + 533.8964$
SST	ARMA(1,0)	$x_t = 0.11x_{t-1} + e_t + 15.2281$
PE	Reg.Lineal	$x(t) = 2.472036 - 0.002732t$

Predicción de los modelos propuestos:

