

# DISEÑOS FACTORIALES ESTADÍSTICOS Y SUPERFICIES DE RESPUESTA PARA TRATAMIENTOS PRIMARIOS DE AGUAS RESIDUALES

: Brenda E. Méndez -Domínguez, Edgar J. Flores -Guzman, Hugo A. Barrera-Huerta  
Felipe Rodríguez -Casasola\*.

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Colonia Plutarco Elias Calles, Delegación Miguel Hidalgo, México D.F. 031140, ), frodrig@encb.ipn.mx

**Introducción** Debido a la naturaleza cambiante de las aguas residuales, el presente trabajo abordará el estudio de la tratabilidad de éstas, enfocado al tratamiento primario, el cual se realizará mediante un diseño estadístico experimental, a través de la estrategia de diseños factoriales y superficie de respuesta, diseñados para minimizar el costo de recopilación de información y reducir la probabilidad del error.(1)

El objeto general de los diseños factoriales y superficie de respuesta es determinar si existe efecto de los factores estudiados y también si existe interacción entre ellos. Su aplicación permite seleccionar la combinación de niveles óptimos en la obtención de la mejor respuesta para una situación dada.

**Metodología.** Etapa de planeación. Se eligió el diseño factorial  $2^k$  y fueron seleccionados los factores de interés así como también sus niveles. Seleccionados los factores y niveles se construyó la estructuración de la matriz experimental, con signos (+) y (-), implican dos niveles (cualitativos o cuantitativos).(2)

Etapa de ejecución.  $\mathcal{S}$  describe la preparación del agua sintética, los procedimientos de las corridas experimentales y la obtención de la medida de desempeño. Se formulo la siguiente ecuación, en la cual se designan ciertas contribuciones que nos da como resultado la medida de desempeño de cada ensayo.

$F(Y)=(50 \times \text{contribución de la remoción} + 25 \times \text{contribución del área de clarificado} + 25 \times \text{contribución de la velocidad de sedimentación})$

Etapa de Análisis. Se calcularon los efectos principales de las variables de acuerdo a formulas ya establecidas, para aplicar la metodología de superficie de respuesta se propone un polinomio de primer orden.

**Resultados y Discusión.** Determinación de los efectos principales por medio del algoritmo de Yates.

*Cuadro 1. Selección de datos para la construcción de la Matriz*

corrida	TC	DC	TP	DP	pH	VA	Identificación
1	-	-	-	-	-	-	(1)
2	■	-	-	-	-	-	TC
3	-	+	-	-	-	-	DC
4	■	+	-	-	-	-	TC.DC
5	-	-	+	-	-	-	TP
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
64	■	+	+	+	+	+	TC.DC.TP.DP. pH.VG

□ Datos empleados para la construcción de la matriz

■ Datos rechazados para la construcción de la matriz

(DC) Dosis Coagulante, (TC) Tipo de Coagulante, (DP) Dosis Polielectrolito, (TP) Tipo de Polielectrolito, pH, (VG) Velocidad de Agitación

*Cuadro 2. Datos seleccionados para la construcción de la matriz*

DC (x <sub>1</sub> )	DP (x <sub>2</sub> )	pH (x <sub>3</sub> )	VA (x <sub>4</sub> )	Estimación de Efecto (Y)
300	1	7	0.119	84.5
650	1	7	0.119	96.1
300	5	7	0.119	96.8
650	5	7	0.119	52.1
300	1	11	0.119	107.5
650	1	11	0.119	115.3

Obtención del polinomio de regresión lineal múltiple

$$y=100.3+0.00107(X_1-475)-0.86(X_2-3)-1.143(X_3-9)+204.8(X_4-0.179)$$

Ajustando el polinomio obtenemos:

$$y = 55.3768+0.00107 X_1-0.85625 X_2+1.143 X_3+204.8 X_4$$

*Cuadro 3. Varianza*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de Cuadrados	Fo
Regresión	2546.855	6	424.48	4.00
Residual	6037.3713	57	105.91	
Total	20575.728	63		

Comprobación de Hipótesis:  $F_{\alpha, k, n-k-1}=3.205$ , se rechaza  $H_0$  porque  $F_0 > F_{\alpha, k, n-k-1}$  implica que al menos una variable contribuye al ajuste, por lo tanto, la relación entre las variables de regresión(X) y la respuesta(Y) mantiene tendencia lineal.

**Conclusiones.** Se recomienda el uso de la Metodología de Superficies de Respuesta para la optimización de tratamientos primarios de aguas residuales. Se ha determinado que los niveles adecuados para el tratamiento de agua residual, por cada factor deben ser los siguientes: Dosis del coagulante=300mg/l, Tipo de coagulante= Policloruro de Aluminio, Dosis de Polielectrolito= 5mg/l, Tipo de polielectrolito=Catiónico, pH=7, Velocidad de Agitación=0.239m/s, estos resultados son adecuados, al comprobarse que al menos una variable en el modelo tiene relación lineal con la respuesta (Y).

**Agradecimiento.** El presente trabajo fue realizado gracias al apoyo de la Coordinación General de Posgrado e Investigación del I.P.N.(C.G.P.I.) No. 20010496.

### Bibliografía.

- (1) Box, G. E. P., W. G. Hunter, J. S. Hunter. Estadística para investigadores, Editorial Reverte S. A. 1993
- (2) Montgomery, D. C. Diseño y Análisis de Experimentos. Grupo Editorial Iberoamérica 1991.

\*Becario CFAA; EDD