

# Metodología

Junio 2024

Dado que se quiere llevar a cabo un experimento donde cada corrida tiene un costo considerable, se decide dejar un diseño factorial fraccionado  $2^{5-1}$  con 2 corridas, de esta forma para el experimento se tendrán un total de 32 corridas. Esto se hace bajo el supuesto de que las interacciones de mayor grado no tienen mucha relevancia en el experimento. En consecuencia, se estudiarán principalmente los factores individuales y las interacciones de menor grado.

Table 1: Signos positivos y negativos del diseño factorial fraccionado

Corrida	Combinación de tratamiento	A	B	C	D	E
1	a	1	-1	-1	-1	-1
2	b	-1	1	-1	-1	-1
3	c	-1	-1	1	-1	-1
4	abc	1	1	1	-1	-1
5	d	-1	-1	-1	1	-1
6	abd	1	1	-1	1	-1
7	acd	1	-1	1	1	-1
8	bcd	-1	1	1	1	-1
9	e	-1	-1	-1	-1	1
10	abe	1	1	-1	-1	1
11	ace	1	-1	1	-1	1
12	bce	-1	1	1	-1	1
13	ade	1	-1	-1	1	1
14	bde	-1	1	-1	1	1
15	cde	-1	-1	1	1	1
16	abcde	1	1	1	1	1

## Medición de Factores

En este experimento se consideran cinco factores principales que pueden influir en los resultados. Estos factores son: la densidad de corriente, la concentración de electrolitos, el tiempo de electrólisis, el espacio entre los electrodos y la concentración de antibiótico. Cada uno de estos factores se evaluará en dos niveles, alto y bajo, con sus respectivas unidades de medida. A continuación se describen los detalles de medición y control de cada uno de estos factores:

### 1. Factor A: Densidad de corriente

- La densidad de corriente se aplica al reactor electroquímico a través de una fuente de alimentación variable. Esta fuente permite ajustar los rangos de densidad de corriente entre niveles altos y bajos según lo requerido. La densidad de corriente se medirá directamente en la fuente utilizando un amperímetro.

### 2. Factor B: Concentración de electrolitos

- La concentración de electrolitos se controlará mediante la preparación de soluciones con diferentes concentraciones, correspondientes a los niveles alto y bajo. En este experimento, se utilizará cloruro de sodio (NaCl) como electrolito de soporte.

### 3. Factor C: Tiempo de electrólisis

- El tiempo de electrólisis se controlará mediante el encendido y apagado de la fuente de alimentación. Se establecerán intervalos de tiempo específicos para los niveles alto y bajo, asegurando que el proceso de electrólisis se realice durante los periodos establecidos.

#### 4. Factor D: Espacio entre electrodos

- El espacio entre los electrodos se ajustará físicamente dentro del reactor. Se definirán posiciones específicas para los niveles alto y bajo, utilizando láminas de grafito de 10 cm x 10 cm como electrodos. La distancia entre los electrodos será un factor crítico en el experimento.

#### 5. Factor E: Concentración de antibiótico

- La concentración de antibiótico se aplicará al reactor electroquímico mediante la preparación de soluciones con diferentes concentraciones, correspondientes a los niveles alto y bajo. En este caso, se utilizará azitromicina como el antibiótico a remover del sistema.

La siguiente tabla muestra los niveles de los factores considerados en el experimento:

Table 2: Niveles de los factores

Factor	Nombre	Bajo	Alto	Unidad
A	Densidad de corriente	1.5	400	A/m <sup>2</sup>
B	Concentración de electrolitos	0.1	0.5	NaCl M
C	Tiempo de electrólisis	30	240	min
D	Espacio entre electrodos	1	16	cm
E	Concentración de antibiótico	1	80	ppm

Además, se mantendrán constantes las siguientes variables: pH, temperatura y voltaje, para asegurar la consistencia y validez de los resultados.

Una vez se cuentan con los resultados de cada corrida se realiza un análisis de varianza para determinar si los factores si tienen influencia en la remoción de antibiótico y cuál es la combinación de estos que tiene mayor influencia.

Para esto, se calculan los efectos principales de cada factor y de las interacciones de orden menor. Después de esto se calcula la suma de cuadrados para cada uno usando la ecuación:

$$SC(Efecto) = \frac{1}{2^k r} [(a \pm 1)(b \pm 1) \dots]^2 = r 2^{k-2} (Efecto)^2$$

Se estima la varianza global como sigue:

$$S^2 = CME = \frac{1}{2^k (r-1)} \sum_{i=1}^{2^k} \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{y}_{i.})^2$$

Posteriormente se calcula la estadística de prueba F cómo sigue:

$$F = \frac{SC(Efecto)}{CME}.$$

Y se comparan con  $F_{(1,2^5,\alpha)}$ . Esta prueba compara el sistema de hipótesis  $H_0 : efecto = 0$  versus  $H_1 : efecto \neq 0$ . Es decir que si la estadística de prueba F resulta mayor que  $F_{(1,2^5,\alpha)}$ , se concluye que existe evidencia estadística de que dicho efecto o factor si tiene influencia significativa en la remoción del antibiótico.