

Cap. 4. Diseños Factoriales 2^k

Diseños Factoriales 2^k en Bloques- Introducción

- Por lo general, **NO** es posible correr todos los tratamientos de un diseño factorial 2^k bajo las mismas condiciones experimentales, es decir, durante la planeación del experimento aparece alguna **restricción adicional** que hace necesario considerar al menos un factor de **bloque** en el estudio.
- El **objetivo** del experimento repartido en **bloques** es estudiar el efecto de los **k** -factores sobre la respuesta, NO es el objetivo estudiar el efecto del **bloque**, pero una vez incluídos en el experimento se puede evaluar su efecto sobre la respuesta y conocer la pertinencia de haberlo considerado.

Cap. 4. Diseños Factoriales 2^k

Diseños Factoriales 2^k en Bloques- Introducción

- El uso adecuado de los **bloques** incrementa la precisión del experimento. Es un medio para darle un mayor rango de validez al estudio y adicionalmente se tienen conclusiones válidas dentro de distintos bloques que son inevitables y están siempre presentes en el proceso.

Cap. 4. Diseños Factoriales 2^k

Casos Típicos donde se utilizan BLOQUES

1. No es posible realizar el factorial 2^k en un mismo día ya sea por:
 - a. La lentitud de las corridas o
 - b. La lentitud del proceso de medición o
 - c. Por la cantidad de corridas.
2. Si se considera que el **día** puede afectar los resultados del estudio, entonces se incorporaría al experimento el **día** como un factor de **bloqueo**.
3. Si el proceso de estudio es sensible a los cambios de **turno**, entonces los turnos deberán considerarse como factor de **bloque**.

Cap. 4. Diseños Factoriales 2^k

Casos Típicos- Continuación

4. Cuando un **lote de material** NO alcanza para hacer todas las corridas experimentales y se sospecha que las diferencias entre lotes podrían sesgar los resultados, entonces es necesario repartir adecuadamente las corridas experimentales a varios lotes (**bloques**).
5. Cuando en un experimento NO es posible contar con el mismo **operador** o con el mismo **instrumento de medición**, y si estos pueden influir en el desempeño del proceso, entonces hay que considerarlos como factores de bloque.
6. Si los **bloques** son las réplicas.

Cap. 4. Diseños Factoriales 2^k

Caso de Estudio 7: Réplicas como Bloques

- Se desea estudiar el efecto del **tamaño de la broca** (Factor A) y la **velocidad de la broca** (factor B) sobre **la vibración de la ranura** (respuesta).
- Se decide utilizar un diseño factorial 2^2 con cuatro (4) réplicas, ie. 4-repeticiones por tratamiento.
- El total de corridas $n \times 2^2 = 4 \times 2^2 = 16$, y se realizan en orden aleatorio.
- El **tamaño de la broca** utilizada es: 1/16 y 1/8 plg y la **velocidad** considerada es 40 y 90 rev/seg.

Cap. 4. Diseños Factoriales 2^k

Caso de Estudio 7: Continuación

Los datos obtenidos son:

A:Broca	B:Vel.	Orden				A	B	Vibr.				Total
1/16	40	4	8	12	14	-	-	18.2	18.9	12.9	14.4	(1): 64.4
1/8	40	1	6	10	13	+	-	27.2	24.0	22.4	22.5	a: 96.1
1/16	90	3	7	11	15	-	+	15.9	14.5	15.1	14.2	(b): 59.7
1/8	90	2	5	9	16	+	+	41.0	43.9	36.3	39.9	ab: 161.1

A Broca	B Vel.	BI	BII	BIII	BIV	Totales
-	-	18.2	18.9	12.9	14.4	(1)=64.4
+	-	27.2	24.0	22.4	22.5	a=96.1
-	+	15.9	14.5	15.1	14.2	b=59.7
+	+	41.0	43.9	36.3	39.9	ab= 161.1
Totales		$Y_{..1}$	$Y_{..2}$	$Y_{..3}$	$Y_{..4}$	$Y_{...}$
		103.3	101.3	86.7	91.0	381.3

Cap. 4. Diseños Factoriales 2^k

Ahora,

$$\begin{aligned} SS_{\text{Bloque}} &= \sum_{k=1}^4 \frac{Y_{..k}^2}{4} - \frac{Y_{...}^2}{16} \\ &= \frac{1}{4}(103.3^2 + 101.3^2 + 86.7^2 + 91.0^2) - \frac{381.3^2}{16} \\ &= 44.36 \end{aligned}$$

La hipótesis a contrastar es:

$$H_0 : \text{Efecto de Bloque} = 0 \quad \text{v.s.} \quad H_1 : \text{Efecto de Bloque} \neq 0$$

La estadística de prueba usada es:

$$F = \frac{MS_{\text{Bloque}}}{MS_E} = \frac{SS_{\text{Bloque}}/(n-1)}{SS_E/(2^k(n-1) - gl(SS_{\text{Bloque}}))} \sim F_{n-1 ; 2^k(n-1) - gl(SS_{\text{Bloque}})}.$$

Cap. 4. Diseños Factoriales 2^k

Tabla ANOVA-Recalculada

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)

Broca	1	1107.2	1107.2	364.21	1.372179e-08
Vel	1	227.3	227.3	74.77	1.183049e-05
Broca:Vel	1	303.6	303.6	99.87	1.183049e-05

Bloque	3	44.36	14.79	4.86	0.0281
Error	9	27.36	3.04		

Total	15	1709.83			

Cap. 4. Diseños Factoriales 2^k

En este caso, note que:

$$F_{\text{cal}} = \frac{MS_{\text{Bloque}}}{MS_E} = \frac{44.36}{3.04} = 4.86$$

y el valor crítico de la Tabla $F_{0.05, 3, 9} = \text{qf}(0.95, 3, 9) = 3.862548$, de donde se rechaza la hipótesis Nula de que el efecto del bloque(**réplicas**) no es significativo.

Por tanto, a un nivel de significancia del **5%**, las réplicas tienen un efecto significativo en la vibración de la ranura.

De forma análoga al hacer la prueba de significancia tanto de la interacción entre la velocidad y el tamaño de la broca, y los efectos principales se concluye que todos son significativos a un nivel de significancia del **5%**.

Cap. 4. Diseños Factoriales 2^k

Taller 6

La resistividad de una oblea de silicio está influenciada por varios factores. Los resultados de un diseño factorial 2^4 es llevado a cabo durante un paso de procesamiento crítico son mostrados en la siguiente tabla:

Run	A	B	C	D	Resistivity
1	—	—	—	—	1.92
2	+	—	—	—	11.28
3	—	+	—	—	1.09
4	+	+	—	—	5.75
5	—	—	+	—	2.13
6	+	—	+	—	9.53
7	—	+	+	—	1.03
8	+	+	+	—	5.35
9	—	—	—	+	1.60
10	+	—	—	+	11.73
11	—	+	—	+	1.16
12	+	+	—	+	4.68
13	—	—	+	+	2.16
14	+	—	+	+	9.11
15	—	+	+	+	1.07
16	+	+	+	+	5.30

Cap. 4. Diseños Factoriales 2^k

Preguntas Taller 6

1. Estimar los efectos de cada uno de los factores principales y los efectos de interacción doble. Grafique los efectos estimados en un gráfico de probabilidad normal, úselo para seleccionar un modelo tentativo.
2. Ajuste el modelo obtenido en la parte 1. y haga el análisis de residuales para la verificación de los supuestos. ¿Hay indicios de que el modelo no es adecuado?
3. Repita el análisis de las partes 1 y 2 con $\ln(y)$ como variable respuesta. ¿Existen indicios de que la transformación ha sido apropiada?

Cap. 4. Diseños Factoriales 2^k

Preguntas Taller 6-Continuación

4. Ajuste un modelo en términos de las variables codificadas que puede ser usado para predecir la resistividad.
5. Suponga que el experimentador ha realizado cuatro corridas al centro junto con las 16 corridas experimentales anteriores. Las medidas de resistividad en el centro fueron: 8.15, 7.63, 8.95 y 6.48. Analice el experimento otra vez con los puntos centrales. ¿Qué conclusiones se pueden obtener?