



# UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



---

#### DISEÑO DE EXPERIMENTOS – DISEÑOS CUADRADOS LATINOS

---



## INTEGRANTES

---

- ❖ MATTA FERNANDEZ JHONY
  - ❖ TICONA FALEN JOCELYN
  - ❖ SÁNCHEZ MONTENEGRO IRIS PATRICIA
- 

## DOCENTE:

Ing. María Guzmán Valle

*Lambayeque, Setiembre 2020*

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, SISTEMAS Y**  
**ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**DE SISTEMAS**

**DISEÑO DE EXPERIMENTOS – DISEÑOS CUADRADOS**  
**LATINOS**

**ACTIVIDAD ASÍNCRONA**  
**SEMANA 06**

1. Se quiere estudiar el efecto de cinco diferentes catalizadores (A, B, C, D y E) sobre el tiempo de reacción de un proceso químico. Cada lote de material sólo permite cinco corridas y cada corrida requiere aproximadamente 1.5 horas, por lo que sólo se pueden realizar cinco corridas diarias. El experimentador decide correr los experimentos con un diseño en cuadro latino para controlar activamente a los lotes y días. Los datos obtenidos son:

		Día				
		1	2	3	4	5
Lote	1	A = 8	B = 7	D = 1	C = 7	E = 3
	2	C = 11	E = 2	A = 7	D = 3	B = 8
	3	B = 4	A = 9	C = 10	E = 1	D = 5
	4	D = 6	C = 8	E = 6	B = 6	A = 10
	5	E = 4	D = 2	B = 3	A = 8	C = 8

**a. ¿Cómo se aleatorizó el experimento?**

Se siguió la siguiente estrategia:

1. Se construye el cuadro latino estándar más sencillo.
2. Se aleatoriza el orden de los renglones (o columnas) y después se aleatoriza el orden de las columnas (o renglones).
3. Por último, los tratamientos a comparar se asignan en forma aleatoria a las letras latinas.

Así se cumple que cada letra debe aparecer solo una vez en cada renglón y en cada columna

**b. Anote la ecuación del modelo y las hipótesis estadísticas correspondientes.**

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \delta_l + \varepsilon_{ij}; i = 1,2,3,4,5; j = 1,2,3,4,5; l = 1,2,3,4,5$$

Las hipótesis adecuadas son:

$$H_0: \mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5 = \mu$$

$$H_a: \mu_i \neq \mu_j \text{ para algún } i \neq j$$

Que también se puede expresar como:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = 0$$

$$H_a: \tau_i \neq 0 \text{ para algún } i$$

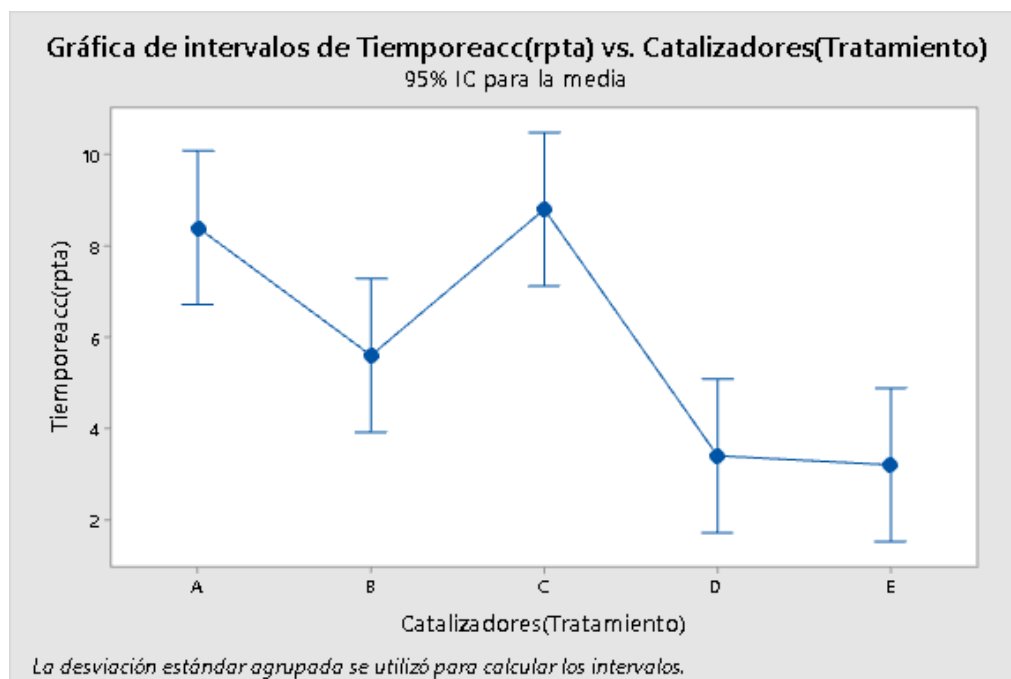
- c. ¿Existen diferencias entre los tratamientos? ¿Cuáles tratamientos son diferentes entre sí?

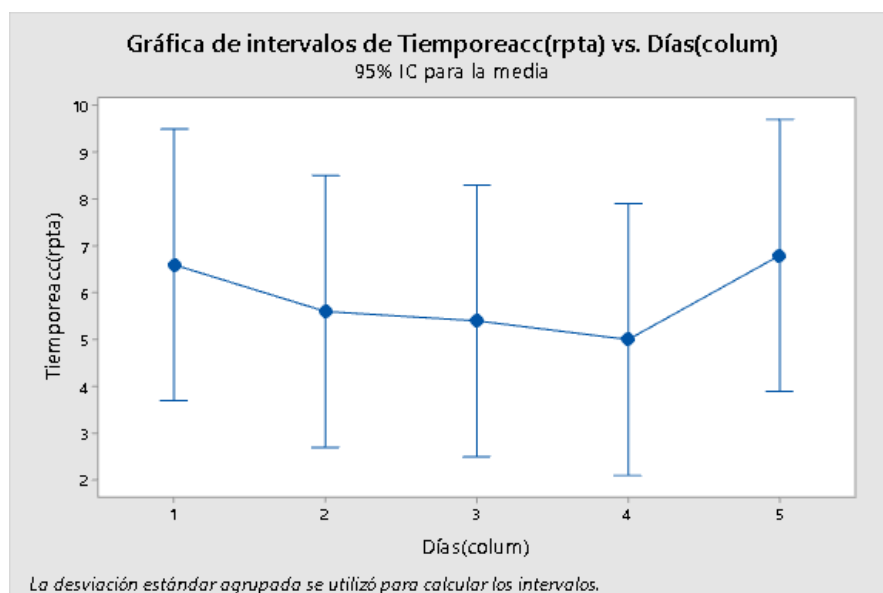
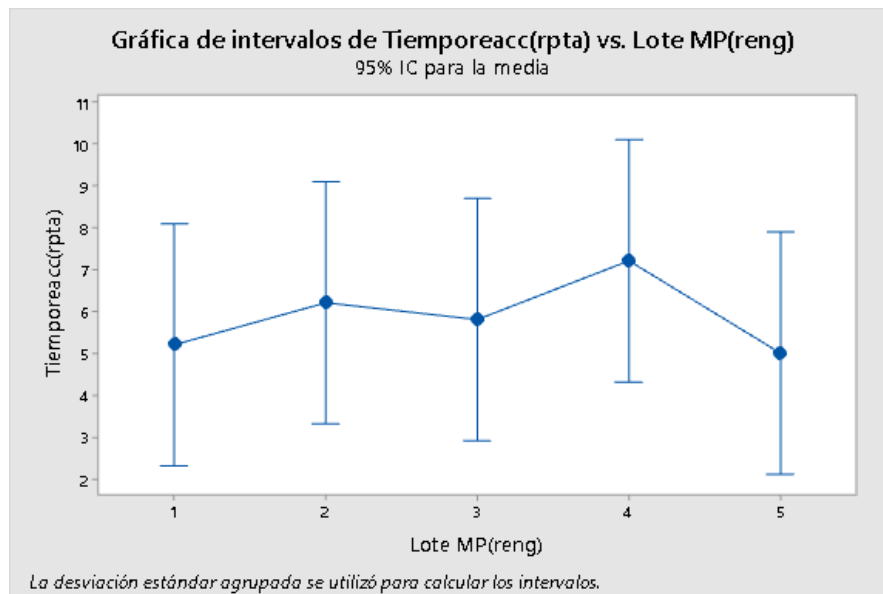
### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
<b>Catalizadores(Tratamiento)</b>	4	141,44	35,360	11,31	0,000
<b>Lote MP(reng)</b>	4	15,44	3,860	1,23	0,348
<b>Días(column)</b>	4	12,24	3,060	0,98	0,455
<b>Error</b>	12	37,52	3,127		
<b>Total</b>	24	206,64			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
<b>1,76824</b>	81,84%	63,69%	21,19%





**d. ¿Los factores de ruido, lote y día afectan el tiempo de reacción del proceso?**

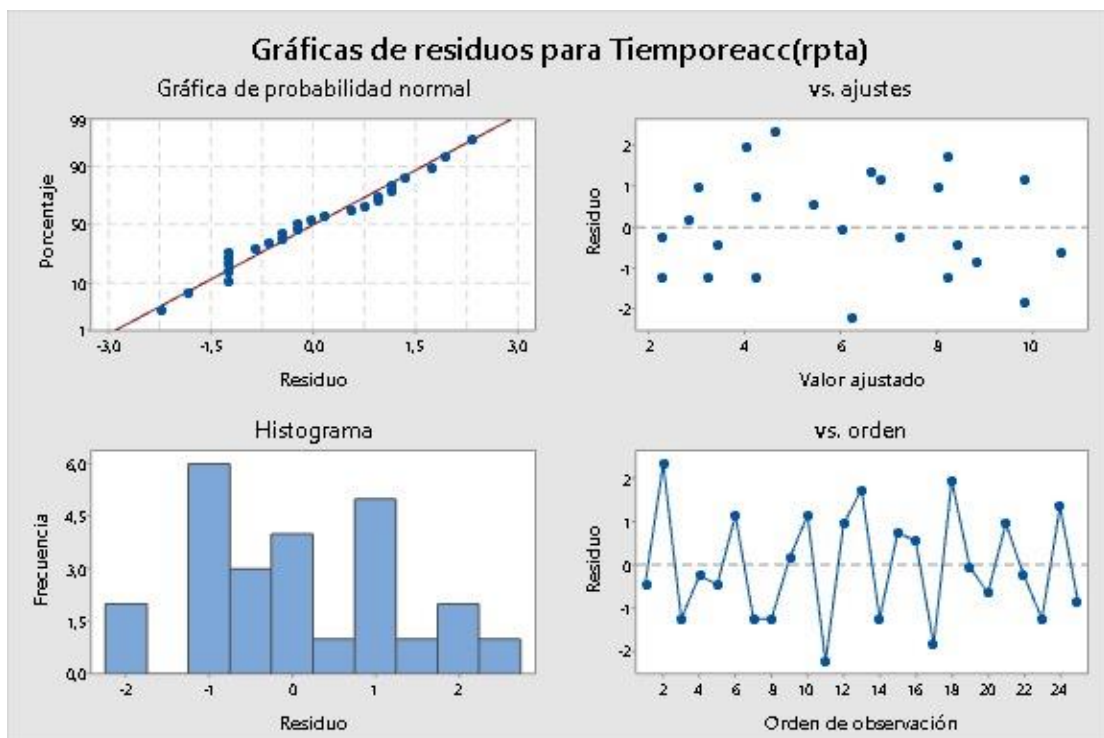
Del ANOVA se observa que para lote se obtuvo un valor  $p = 0.348 > 0.05$ , por lo tanto se acepta  $H_0$ . Es decir que no existe diferencia entre el tiempo de reacción de un proceso químico de los lotes.

Por otro lado, del ANOVA se observa que para días se obtuvo un valor  $p = 0.455 > 0.05$ , por lo tanto, se acepta  $H_0$ . Es decir que no existe diferencia entre el tiempo de reacción de un proceso químico de los días.

- e. Dibuje los gráficos de medias para los tratamientos, los lotes y los días. ¿Cuál tratamiento es mejor?

Sería el tratamiento 5, puesto que tiene la media más baja respecto al tiempo de reacción del proceso.

- f. Verifique los supuestos del modelo, considerando que los datos se obtuvieron columna por columna, día a día.



En la gráfica 1 (Normal probability Plot of the Residuals) se han graficado los residuos y se observa que estos siguen una distribución normal ya que tienden a quedar alineados en una línea recta.

En la gráfica 2 (Residual Versus the Fitted Values) se han graficado los predichos contra los residuos y se observa que los puntos se distribuye de manera aleatoria en una banda horizontal ( sin ningún patrón claro y contundente), por lo que se cumple el supuesto de que los tratamientos tienen igual varianza.

2. En el problema anterior elimine el factor de bloque días, y conteste:

## Información del factor

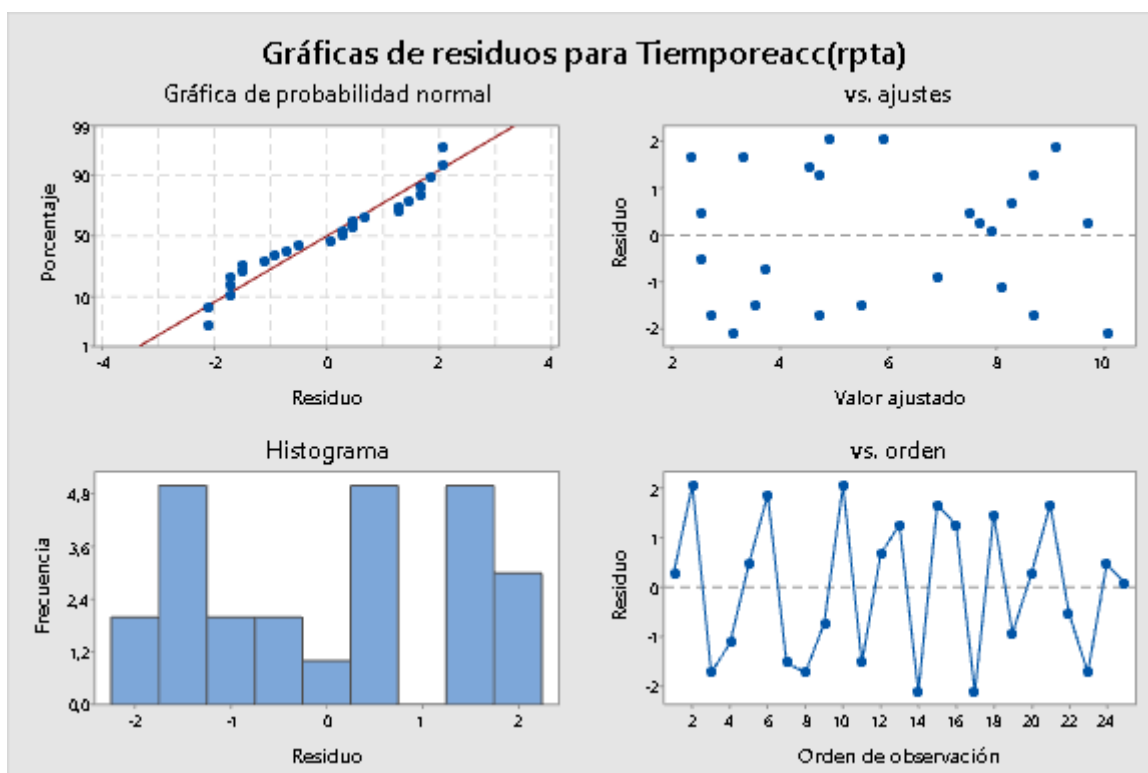
Factor	Tipo	Niveles	Valores
Catalizadores(Tratamiento)	Fijo	5	A; B; C; D; E
Lote MP(reng)	Fijo	5	1; 2; 3; 4; 5

## Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Catalizadores(Tratamiento)	4	141,44	35,360	11,37	0,000
Lote MP(reng)	4	15,44	3,860	1,24	0,333
Error	16	49,76	3,110		
Total	24	206,64			

## Resumen del modelo

S	R- cuad.	R-cuad. (ajustado)	R- cuad. (pred)
1,76352	75,92%	63,88%	41,21%



### a. ¿Se justifica la eliminación?

Sí se justifica ya que no afecta significativamente en el tiempo de reacción(tratamiento)

### b. Sin tomar en cuenta el día, señale el nombre del diseño, el modelo y las hipótesis más adecuadas al problema.

**c. Pruebe las hipótesis y obtenga conclusiones.**

Al comparar el valor probabilístico  $p=0.000$ , el cual es menor al nivel de significancia de 0.05; concluimos que se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa de que no todas las medias son iguales.

**d. Compare el cuadro medio del error, en este caso con el del problema anterior. ¿Qué observa? ¿Cómo lo explica?**

Si comparamos el cuadrado medio del error en el problema 1 que es igual a 3.127 y el cuadrado medio del error en el problema 2 (sin el bloque días) que es igual a 3.110, observamos que el valor disminuye mínimamente; lo cual significa que no hay variación significativa en el modelo analizado.

**e. ¿Por qué se obtienen las mismas conclusiones en los tratamientos de este problema y del anterior?**

Al analizar el modelo muestra que el efecto del tratamiento no es significativo sobre el bloque días ya que no muestra variación en los resultados.

3. Con respecto a los problemas 1 y 2, además de eliminar el factor día ahora elimine el factor lote, y conteste lo siguiente:

**Información del factor**

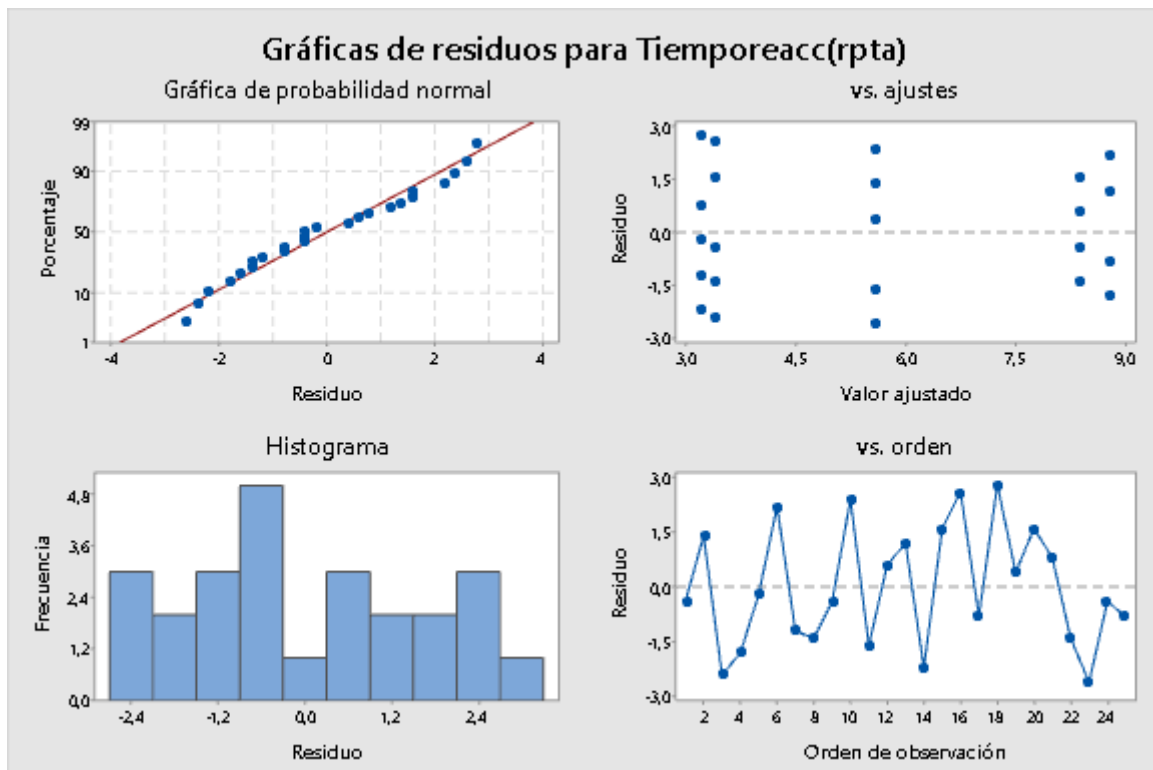
Factor	Tipo	Niveles	Valores
Catalizadores(Tratamiento)	Fijo	5	A; B; C; D; E

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Catalizadores(Tratamiento)	4	141,44	35,360	10,85	0,000
Error	20	65,20	3,260		
Total	24	206,64			

**Resumen del modelo**

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,80555	68,45%	62,14%	50,70%



**a. ¿Se justifica esta segunda eliminación en ambos problemas?**

Sí se justifica en ambos ya que no afecta significativamente en el tiempo de reacción(tratamiento)

**b. Después de la doble eliminación, señale el nombre del diseño, el modelo y la(s) hipótesis más adecuada(s) al problema.**

**c. Pruebe las hipótesis y obtenga conclusiones.**

Al comparar el valor probabilístico  $p=0.000$ , el cual es menor al nivel de significancia de 0.05; concluimos que se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa de que no todas las medias son iguales.

**d. Compare el cuadro medio del error obtenido con los de los problemas 1 y 2. ¿Qué observa? ¿Cómo lo explica?**

Si comparamos el cuadrado medio del error en el problema 1 que es igual a 3.127 y el cuadrado medio del error en el problema 3(sin el factor lote) que es igual a 3.260, observamos que el valor aumenta mínimamente; lo cual significa que no hay variación significativa en el modelo analizado.

**e. ¿Por qué se obtienen las mismas conclusiones en los tratamientos de este problema y de los dos anteriores?**

Al analizar el modelo muestra que el efecto del tratamiento no es significativo sobre el factor lote ya que no muestra variación significativa en los resultados.



**f. ¿Cree que esta eliminación hubiese afectado si los factores de bloque hubieran sido significativos?**

Si la variación en los resultados hubiera sido significativa para el modelo, sí habría afectado la eliminación del factor bloque en el tiempo de respuesta (tratamiento).