

(Referencia: Prat. Tort-Martorell, Grima y Pozueta “*Métodos estadísticos. Control y mejora de la calidad*” Ed. UPC, Cap.9)

**Variable de interés:** Índice de porosidad en tapas de aluminio

**Factores de trabajo:** Temperatura de Aluminio (°C) y Presión de inyección (kg./cm.<sup>2</sup>).

**Objetivos:**

1. Encontrar condiciones de trabajo donde el producto resultante surja con mínima porosidad.
2. Estimar la relación existente entre el “índice de porosidad”, “temperatura” y “presión” en una región próxima a las condiciones óptimas de trabajo.

---

**Etapas 1**

Los técnicos recomiendan no trabajar fuera del intervalo 600-900 °C de temperatura y por debajo de 700 kg./cm.<sup>2</sup> de presión. Tales restricciones definen la región de operabilidad.

En esta etapa se selecciona el siguiente diseño 2<sup>2</sup> con dos puntos centrales:

Temperatura_1 (°C)	Presión_1 (kg./cm. <sup>2</sup> )	Porosidad_1
-1 (640)	-1 (950)	6,09
1 (660)	-1 (950)	5,53
-1 (640)	1 (1000)	6,78
1 (660)	1 (1000)	6,16
0 (650)	0 (975)	5,93
0 (650)	0 (975)	6,12

**Preguntas:**

1a) ¿Cuál es a tu juicio el mejor modelo lineal de primer orden que se ajusta a la superficie en esta zona de experimentación?. Razona la respuesta.

1b) ¿Existe alguna evidencia de que el modelo así estimado no es adecuado en el sentido de que se necesite un modelo más complicado de segundo orden?. Razona la respuesta.

1c) Manteniendo el objetivo de minimizar la porosidad al máximo, y en el supuesto de tener la posibilidad de seguir experimentando, ¿Qué estrategia propones?. Razona la respuesta.

**Etapas 2**

En una segunda etapa se han realizado las pruebas siguientes:

Temperatura_2 (°C)	Presión_2 (kg./cm. <sup>2</sup> )	Porosidad_2
670	920	4,53
685	880	3,28
695	845	2,54
710	805	4,15
670	920	4,53
685	880	3,28

**Preguntas:**

- 2a) ¿Crees que existe alguna estrategia detrás de estas pruebas?. Razona la respuesta.  
2b) ¿Qué se intuye a partir de los resultados obtenidos?  
2c) Manteniendo el objetivo de minimizar la porosidad al máximo, y en el supuesto de tener la posibilidad de seguir experimentando, ¿Qué estrategia propones?. Razona la respuesta.
- 

**Etapas 3**

Se ha experimentado alrededor de la mejor condición obtenida en la etapa anterior (695°C y 845 kg./cm.<sup>2</sup>) y se ha añadido la información de este dato a la tabla siguiente de cara al análisis de los datos.

Temperatura_3 (°C)	Presión_3 (kg./cm. <sup>2</sup> )	Porosidad_3
-1 (690)	-1 (820)	2,20
1 (710)	-1 (820)	3,71
-1 (690)	1 (870)	2,86
1 (710)	1 (870)	3,49
0 (700)	0 (845)	2,53
0 (700)	0 (845)	2,30
0 ("700")	0 (845)	2,54←

**Preguntas:**

- 3a) ¿A qué tipo de diseño corresponden estas pruebas?.  
3b) Da una estimación del error experimental que sea independiente de cualquier modelo que se ajuste a los datos. Utiliza para ello la información obtenida en las tres etapas.  
3c) ¿Cuál es a tu juicio el mejor modelo lineal de primer orden que se ajusta a la superficie en esta zona de experimentación?. Razona la respuesta.  
3d) ¿Existe alguna evidencia de que el modelo así estimado no es adecuado en el sentido de que se necesite un modelo más complicado de segundo orden?. Razona la respuesta.  
3e) ¿Cuál es a tu juicio el mejor modelo de segundo orden que se aproxime a la respuesta?. ¿Qué inconvenientes presenta este modelo?  
3f) Manteniendo el objetivo de minimizar la porosidad al máximo, y en el supuesto de tener la posibilidad de seguir experimentando, ¿Qué estrategia propones?. Razona la respuesta.
-

#### **Etapla 4**

En estos momentos de la experimentación, se realizan una nueva tanda de pruebas que complementan las realizadas en la etapa anterior

<b>Temperatura_4 (°C)</b>	<b>Presión_4 (kg./cm.<sup>2</sup>)</b>	<b>Porosidad_4</b>
-√2 (685)	0 (845)	3,02
√2 (715)	0 (845)	4,40
0 (700)	-√2 (810)	3,90
0 (700)	√2 (880)	3,76
0 (700)	0 (845)	3,20
0 (700)	0 (845)	3,28
0 (700)	0 (845)	3,17

Se sospecha que el hecho de realizar la experimentación en dos tiempos (etapa 3-etapa 4) puede acompañar un efecto bloque que puede afectar a la estimación de los efectos si las condiciones experimentales del segundo diseño no se han seleccionado adecuadamente.

#### **Preguntas:**

- 4a) ¿Crees que en caso de existir efecto bloque afectaría la estimación del efecto del resto de los factores tal y como se han seleccionado las pruebas? Razona la respuesta.
  - 4b) ¿Existe efecto bloque? Interpreta este resultado.
  - 4c) ¿Cuál es a tu juicio el mejor modelo de segundo orden que aproxime a la respuesta?.
  - 4d) ¿Se detecta falta de ajuste? Razona la respuesta.
  - 4e) Representa la superficie por curvas de nivel
- 

#### **Etapla 5**

- 5a) Responde a los objetivos marcados al comienzo del problema.
- 5b) Expresa la superficie de respuesta en unidades codificadas y en originales
- 5c) Representa sobre el plano determinado por los 2 factores a estudio las pruebas que se han realizado en cada etapa.