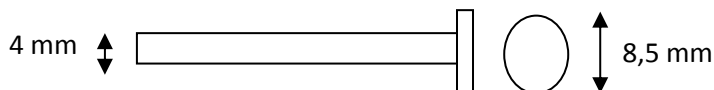


TEMA 2. CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

TRABAJO PRÁCTICO: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

1) En la producción de varillas de vidrio de 4 mm de diámetro se les debe aplanar un extremo por calentamiento del vidrio como indica la figura:



La especificación para el diámetro del extremo aplanado es:

$$M \pm \nabla = 8,5 \begin{matrix} +0,7 \\ -0,3 \end{matrix} \text{ mm}$$

Para controlar el diámetro se decide realizar un gráfico de control \bar{X} , R con subgrupos de muestras de tamaño 5 ($n=5$) extrayendo una muestra por hora, totalizando 10 muestras por día ($N=10$), durante dos días (Tablas I y II, 1er. y 2do. día respectivamente).

- Calcular el valor central de la tolerancia haciendo simétrica la especificación.
- Calcular los límites de control con valores especificados para el gráfico de promedio y el gráfico de intervalos.
- Realizar los gráficos de control con los valores del muestreo del 1er. día (Tabla I) y como no hay experiencia anterior en este tipo de proceso realizar un ensayo de consistencia del mismo.
- Continuar con el control el 2do. día de acuerdo a los muestreos realizados de acuerdo a lo indicado en la Tabla II.
- Sacar las conclusiones sobre los controles realizados para fijar la forma de seguir con el proceso en los días siguientes.

TABLA I: 1er. día

Muestra Nº		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valores Individuales	1	9.0	8.9	8.9	9.1	8.5	8.8	8.7	9.0	8.9	8.3
	2	8.8	9.2	8.5	9.1	9.2	9.3	8.6	8.5	9.4	8.1
	3	8.8	8.6	8.5	8.4	8.5	8.4	8.6	9.1	9.1	8.2
	4	8.7	8.5	9.5	8.8	8.6	8.6	8.9	8.6	8.7	8.6
	5	8.6	8.5	8.8	8.3	9.2	9.5	9.2	9.1	9.3	8.5
Promedio											
Intervalo											

TABLA II: 2do. día

Muestra Nº		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Valores Individuales	1	9.0	9.5	8.3	8.7	8.0	8.9	8.6	8.7	8.4	8.7
	2	8.6	8.1	9.0	8.6	9.3	8.8	9.0	8.2	8.7	8.7
	3	8.6	8.5	8.5	8.3	9.1	8.3	8.6	9.2	8.2	9.0
	4	9.0	8.5	8.4	8.5	8.8	8.4	8.6	8.9	8.7	8.1
	5	9.1	8.7	9.3	9.0	9.1	8.7	8.5	8.9	8.5	9.0
Promedio											
Intervalo											

2) En la fabricación de pernos cilíndricos macizos se decidió el uso de gráfico \bar{X} ; R para el control del diámetro y el uso de gráfico np para las restantes características de calidad.

Para el gráfico np se decide hacer un muestreo de 30 piezas cada media hora ($n=30$), totalizando 15 muestras ($N=15$) en el día. Las características de calidad para el gráfico son: longitud de los pernos con calibre pasa-no pasa y el resto por apreciación visual según especificaciones escritas y estándares de referencia (bases rugosas, marcas y poros).

En algunos casos la suma de defectos es mayor que la suma de defectuosos debido a que alguna pieza tiene más de un defecto. En este caso no hay experiencia anterior y se desea llevar al mínimo la fracción defectuosa.

*Tabla: detalle de **defectos** que hacen defectuosas a las piezas y **cantidad de defectuosos** durante tres días de control.*

1er. día:

Muestra Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Característica															
Largos															
Cortos				1											
Bases rugosas	1	2		4	4				1	3	2		1	2	
Marca				1	1										
Poros											1				
Nº de defectuosos	1	2	0	6	4	0	0	0	1	3	2	0	1	2	0

2do. día:

Muestra Nº	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Característica															
Largos						1									
Cortos				3						1			1		
Bases rugosas	1		2	1	2			1							
Marca		1		1									1		
Poros		2													
Nº de defectuosos	1	3	2	5	2	1	0	1	0	1	0	0	2	0	0

3er. día:

Muestra Nº	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Característica															
Largos										1			1		
Cortos		1						3							
Bases rugosas	1	4		1											
Marca															
Poros															
Nº de defectuosos	1	4	0	1	0	0	0	3	0	1	0	0	1	0	0

Total de defectos	
Largos	3
Cortos	10
Bases rugosas	32
Marca	5
Poros	3

Total de defectuosos: 51

En cada día:

- a) Calcular los límites de control para realizar el ensayo de consistencia.
- b) Realizar el gráfico de control correspondiente a cada día con los datos de las muestras que se indican en la Tabla.

En el caso de que alguna muestra exceda los límites de control (causa asignable) se debe eliminar y recalculan los límites.

Los ensayos de consistencia del 2do. y 3er. día. se realizan teniendo en cuenta las muestras de ese día y el día anterior.

3) Se quiere analizar el funcionamiento de una llenadora automática de tomate y conocer los parámetros del proceso según media y dispersión. Puesta la nueva máquina en funcionamiento se toman veinte muestras de cinco unidades cada una, de las cuales se registra el llenado (cm^3).

- a) Si los datos de media y rango obtenidos de las veinte muestras son los que se muestran a continuación: ¿Qué puede decir del proceso? ¿Puede utilizar estas muestras para calcular futuros límites de control? ¿Cómo?
- b) ¿Por qué se utilizan “límites de control 3 sigma” para los gráficos realizados en a)? Explique. ¿utilizaría “límites de control 2 sigma”? ¿por qué?

Muestra	Media	Rango
1	982.2	50
2	1001.6	11
3	995.4	29
4	1022.4	110
5	1003.6	10
6	999.4	24
7	1087.0	200
8	977.0	54
9	1000.8	20
10	1000.4	10
11	989.4	68
12	988.2	37
13	988.6	35
14	1006.8	10
15	996.8	10
16	1011.8	31
17	1009.8	121
18	971.8	60
19	997.4	41
20	1014.0	200

c) Si en el mismo proceso, quiere evaluarse el número de envases mal cerrados, del cual se espera alrededor de 3%: ¿Cuántos envases observaría en cada muestra? ¿Por qué? ¿Puede dar valores para la línea central y los límites superior e inferior para el gráfico de control correspondiente?

4) Una compañía que exporta fruta fina está interesada en analizar la eficiencia del proceso completo (en parte manual y en parte mecánico) de selección y envasado. Con esta finalidad, monitorea el tiempo (en minutos) desde la colocación de la fruta en la cinta de selección hasta el envasado final, seleccionando aleatoriamente 24 muestras de 4 cajas cada una. La información resumida (expresada en minutos) se muestra en la siguiente tabla:

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Media	32.3	30.8	30.5	33.4	31.7	33.9	32.1	28.3	32.4	30.1	31.2	29.2
Rango	11.6	12.4	7.5	14.7	9.1	10.4	10.1	6.8	8.7	6.3	7.1	9.3

Muestra	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Media	31.1	34.4	31.4	28.2	31.0	32.2	29.1	31.4	30.4	34.2	33.3	31.0
Rango	13.3	9.6	7.3	8.6	7.6	5.6	10	8.7	8.9	10.5	13	8.8

a) El proceso, ¿se encuentra bajo control en cuanto al tiempo de selección y envasado? Justifique.

b) ¿Se pueden utilizar estos límites para monitorear futuras salidas del proceso? Justifique.

c) Considere, además, que las cajas de fruta envasada se clasifican en tres categorías según el tamaño de la fruta que contienen. Se considera que una caja ha sido bien clasificada si la cantidad de fruta envasada que no tiene el tamaño especificado es inferior a una cota establecida. La compañía está interesada en monitorear la proporción de cajas mal clasificadas. La persona que controla el proceso de clasificación y envasado asegura que dicha proporción es del 2%.

¿Qué gráfico(s) de control le permitiría(n) evaluar esto? Explique y especifique cómo realizaría el muestreo para monitorear esta característica.

5) a) El proceso de cierre de los envases de yogurt admite un 2% de cierres defectuosos.

Analice, a partir de 20 muestras de 300 botellas cada una, si el proceso está bajo control. Haga las observaciones sobre el análisis que crea necesarias.

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nro. de cierres defectuosos	9	10	8	5	7	0	8	4	3	2

Muestra	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nro. de cierres defectuosos	7	2	3	5	7	10	9	11	8	5

b) ¿Cómo cambia el análisis anterior si los registros se hubiesen basado en muestras de 100 botellas? ¿tiene sentido hacerlo sobre muestras de 10 botellas? ¿Por qué?

6) Cierta empresa desea evaluar si el proceso de envasado de chauchas congeladas se encuentra bajo control. Para ello le interesa considerar dos características:

- el peso neto de cada bolsa (en gramos)
- la cantidad de bolsas mal selladas que se producen.

Para evaluar el peso neto se seleccionan 20 muestras preliminares de 5 bolsas cada una. Para evaluar la cantidad de bolsas mal selladas también se seleccionan 20 muestras, pero de 100 bolsas cada una. En la siguiente tabla se presentan los pesos netos promedio y los rangos de peso correspondientes a cada una de las 20 muestras de 5 bolsas, así como la cantidad de bolsas mal selladas en las 20 muestras de 100 bolsas cada una:

a) Si la fracción de bolsas mal selladas debe mantenerse en 0.02, ¿qué gráfica le permitiría establecer si se está cumpliendo o no el estándar? Constrúyala y concluya al respecto.

b) ¿El proceso se encuentra bajo control con respecto al peso neto? Justifique.

Muestra número	Peso medio (g.)	Rango de peso (g.)	Cantidad de bolsas de mal selladas	Muestra número	Peso medio (g.)	Rango de peso (g.)	Cantidad de bolsas de mal selladas
1	552	4	3	11	549	3	6
2	547	6	3	12	553	4	5
3	553	4	5	13	550	5	9
4	553	2	3	14	552	1	1
5	551	3	5	15	549	3	2
6	548	2	0	16	546	2	4
7	549	6	3	17	554	4	5
8	544	1	2	18	552	5	2
9	549	3	3	19	551	2	0
10	552	5	5	20	549	4	0

c) ¿Sería razonable usar los límites de control hallados en b) para evaluar mediciones subsiguientes del mismo proceso? Justifique.

7) Para controlar el proceso de producción de botellas plásticas para envasar jugo, se inspeccionan 20 muestras de 100 botellas cada una, siguiendo el orden de producción y, para cada una de ellas, se registra la fracción de defectuosas. Los datos obtenidos se muestran a continuación:

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fracción de defectuosas	0.12	0.15	0.18	0.10	0.12	0.11	0.05	0.09	0.13	0.13

Muestra	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Fracción de defectuosas	0.10	0.07	0.12	0.08	0.09	0.15	0.10	0.06	0.12	0.13

a) El proceso, ¿se encuentra bajo control para esta característica? Justifique.

b) ¿Se pueden utilizar estos límites para monitorear futuras salidas del proceso? Justifique.

La empresa embotelladora de jugo desea evaluar si el proceso de envasado se encuentra bajo control, evaluando el contenido medio de jugo por botella. Para ello, a cada hora (de las 12 diarias en que el proceso de envasado se encuentra en funcionamiento) se selecciona una muestra de 10 botellas a las cuales se les mide el contenido de jugo (en litros). Los siguientes datos corresponden a los contenidos medios obtenidos siguiendo este procedimiento de muestreo durante dos días:

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Contenido medio (litros)	0.48	0.49	0.5	0.51	0.54	0.55	0.53	0.52	0.51	0.49	0.48	0.47

Muestra	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Contenido medio (litros)	0.47	0.49	0.51	0.52	0.53	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50	0.48	0.47

c) Sabiendo que la media de los rangos correspondientes a las muestras seleccionadas en esos dos días fue de 0.125 litros, haga comentarios con respecto al comportamiento del proceso de envasado.