



CATEDRA DE GERENCIA DE CALIDAD

Práctica Tercer Parcial

La siguiente práctica es una recopilación de ejercicios tomados de exámenes anteriores.

MUESTREO DE ACEPTACIÓN

1MA- Un fabricante de televisores ha decidido conceder condiciones similares a sus clientes mayoristas, por lo cual, ha llegado a un acuerdo para trabajar el muestreo de los productos bajo las siguientes condiciones: AQL = 2%, $\alpha = 5\%$, PNCT = 8% y beta igual a 10%. Determinar n y c para un plan de muestreo único que se apega estrictamente a la especificación para α . Resuelva en Excel.

- ¿Cuál es el valor real de beta?
- Construya las curvas CO y AOQ. Gráficamente determine el valor de AQL y el valor de AOQL.

2MA- En una empresa se ha venido aplicando un muestreo de aceptación con base en el MIL STD 105D, usan un AQL de 1.5%. Resuelva en Excel

- Suponiendo lotes de 12,000 piezas y usando nivel de inspección normal (II) encuentre los planes normal, reducido y severo que se aplicarán.
- De acuerdo con lo anterior, grafique las curvas OC de los tres planes, ¿estos planes garantizan que no pasen lotes con un porcentaje de artículos defectuosos mayor al 1.5%? Explique su respuesta.
- Si se desea un PNCT de 5%, usando las tablas de Cameron, encuentre el plan de muestreo, ¿este plan dejará pasar con facilidad lotes que tengan un porcentaje mayor de artículos defectuosos al 5%?
- Para el punto C, construya las curvas CO y AOQ. Gráficamente determine el valor de AQL para $\alpha = 0.05$ y el valor de AOQL.

3MA- Suponga que usted tiene las siguientes condiciones $\alpha = 0.01$, $\beta = 0.05$, AQL = 0.65% y PNCT = 3%. Su proveedor le entrega en lotes de 7,000 unidades, el costo de inspección es de \$0.7 por unidad y el costo en que incurre la empresa si entra producto defectuoso al sistema de producción es de \$15 por unidad. Calcule (Resuelva en Excel):

- Un plan de muestreo apropiado
- Un plan de muestreo usando las tablas de Cameron
- Un plan de muestreo usando la tabla MIL STD 105D
- Si los datos históricos indican que el porcentaje promedio de artículos defectuosos con que entrega el proveedor es de 4%, ¿cuál plan es el más apropiado económicamente hablando?
- Grafique las curvas OC y AOQ del plan que usted finalmente eligió en el punto d.

4MA- En la bodega de recepción de materia prima se recibe de un nuevo proveedor un componente necesario en la fabricación del producto terminado en lotes de 1,000 unidades y se someten a inspección por atributos con un nivel II, plan simple y AQL de 4% para la tabla militar MIL STD 105D calcule (Resuelva en excel):

- ¿El plan de muestreo en inspección normal, severa y reducida? Dibuje la curva OC y la AOQ para el plan normal.
- ¿Cuál es el PNCT asociado a una beta de 10% para el plan de inspección normal?
- Si el costo de inspección de la empresa es de \$2 por unidad y el costo en que incurre la empresa si entra producto disconforme al sistema es de \$20 por unidad, ¿cuál es el costo del plan de inspección normal?
- Si se someten a inspección 30 cargamentos que originan la cantidad de producto disconforme de la tabla siguiente, ¿cuál es la dinámica de la inspección?

Lote	np	Lote	np	Lote	np	Lote	np	Lote	np	Lote	np
1	2	6	1	11	3	16	1	21	2	26	3
2	5	7	3	12	2	17	2	22	3	27	4
3	1	8	3	13	3	18	3	23	5	28	2
4	6	9	1	14	1	19	3	24	6	29	4
5	1	10	2	15	1	20	1	25	2	30	1

5MA- Una empresa electrónica fabrica calculadoras para distribuirlas por medio de tiendas departamentales. La empresa envía sus calculadoras en lotes de 10,000 unidades y tiene un plan de inspección por muestreo de sus lotes con (resuelva con excel):

$$\begin{aligned} \text{AQL} &= 0.03 \\ \text{PNCT} &= 0.08 \\ n &= 50 \\ c &= 1 \end{aligned}$$

- Calcule el riesgo del productor y el riesgo del consumidor con el plan de muestreo establecido.
- Si la empresa desea reducir el riesgo del productor e incrementa el tamaño de muestra a $n = 100$ (manteniendo el mismo valor de c), ¿se logrará esta disminución?
- Determine un plan de muestreo que reduzca el riesgo del productor al menos a la mitad, sin incrementar el riesgo del consumidor.

6MA- Roberto es el gerente general de El Galletón S.A. empresa que se dedica a la fabricación de galletas dulces y saladas para el consumo en el mercado nacional. Actualmente la empresa está iniciando la puesta en marcha de un sistema de calidad. Uno de los más importantes pasos para asegurar la calidad final de los productos es el control de proveedores. Por ello Roberto ha decidido aplicar las MIL STD 105D para inspeccionar la calidad de los lotes entregados por sus proveedores de materia prima y materiales, utilizando el nivel de inspección general II. Si su proveedor de material de empaque entrega en lotes de 2000 unidades y se desea un nivel de calidad aceptable del 0.65% calcule (Resuelva en Excel):

- Los planes de muestreo únicos bajo inspección normal, inspección rigurosa e inspección reducida
- Grafique las curvas OC y AOQ de todos los planes en dos gráficas comparativas, qué puede concluir
- Si la compañía decidiera iniciar con el plan de muestreo calculado en el inciso a, qué debería de hacer si se encontraran dos artículos defectuosos en la primera inspección del día.

7MA- Usted es el gerente general de una compañía que recibe grandes cantidades de materiales de un proveedor en lotes de 10,000. El costo de inspección de los lotes es \$2/unidad. El costo en que se incurre si se introduce material defectuoso en su producto es \$15/unidad. Uno de sus ingenieros le ha propuesto un plan de muestreo de 75 con número de aceptación igual a dos. En el pasado, los

lotes entregados por el proveedor han tenido un promedio de 4% de unidades defectuosas. Resuelva en Excel

- a. Prepare una curva CO y una curva AOQ.
- b. Suponga que los lotes rechazados se inspeccionan al 100%. Si un proveedor entrega muchos lotes 4% defectivos, ¿cuál será la calidad de salida promedio para estos lotes? Haga la gráfica.
- c. ¿Tiene justificación económica este plan de muestreo?

8MA- Suponga que usted tiene las siguientes condiciones $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$, $AQL = 3\%$ y $PNCT = 6\%$. Su proveedor le entrega en lotes de 3,000 unidades, el costo de inspección es de \$1.3 por unidad y el costo en que incurre la empresa si entra producto defectuoso al sistema de producción es de \$20 por unidad. Desarrolle (Resuelva en Excel):

- a. Un plan de muestreo creado por usted.
- b. Un plan de muestreo usando las tablas de Cameron.
- c. Un plan de muestreo usando la tabla MIL STD 105E.
- d. Si los datos históricos indican que el porcentaje promedio de artículos defectuosos con que entrega el proveedor es de 5%, ¿cuál plan es el más apropiado económicamente hablando?
- e. Grafique las curvas OC y AOQ del plan que usted finalmente eligió en el punto d.

9MA- Se requiere que la densidad de una pieza de plástico que se usa en un teléfono celular sea por lo menos igual a 4,50 g/cm². Se reciben las piezas en lotes grandes de 10.000 unidades, y se debe utilizar un plan simple de muestreo para juzgar los lotes. Si el productor cuenta con un AQL del 1,5% y el cliente exige un PNCT del 6%, $\alpha = 0.10$ y $\beta = 0.05$. Resuelva en Excel

- a) Diseñe un plan utilizando la tabla militar 105E con un nivel de inspección tipo II.
- b) Diseñe un plan de muestreo que se apegue estrictamente a la especificación para α y determine el valor real de β .
- c) Determine el porcentaje de defectuosos que corresponden para un PA de 60% y 20%, para ambos planes.
- d) ¿Cuál es el mejor plan desde la perspectiva del proveedor?

10MA- McGloria's costa rica es una cadena de restaurantes de comida rápida que se especializa en la elaboración de todo tipo de hamburguesas para toda la familia, la clave de su gran éxito siempre ha sido el sabor original de sus recetas y la presentación de su producto, que hacen que sus hamburguesas se diferencien de la competencia. Dos componentes importantes en sus productos son la cajita que se utiliza para el empaque de la hamburguesa y la torta de carne. El proveedor de las cajitas es un fabricante local de cajas de cartón que se llama El Universo S.A., y el proveedor de las tortas de carne es la empresa Montecillos ubicada en Alajuela. Gloria, dueña de la cadena, siempre ha sido una fanática de la calidad por lo que sus niveles de exigencia son muy altos y cuida cada detalle para asegurar a sus clientes que siempre encontrarán la hamburguesa que desean. Para lograr este nivel de calidad la empresa establece normas y controles de calidad a sus proveedores para asegurar que las calidades de las materias primas entregadas cumplan con las especificaciones del producto. Todas las hamburguesas que vende la cadena llevan como su ingrediente principal una torta de $\frac{1}{4}$ de libra de carne premium, la especificación es que ingrese en presentaciones de 125 – 2 gramos y se acordó con Montecillos que el AQL sea de 0.25% con un nivel de inspección IV. Con El Universo se aceptan los lotes que envíe dependiendo del conteo de la cantidad de defectos que dentro del análisis de la característica visual puedan aparecer, el AQL pactado con ellos es del 10% y un nivel general de inspección II. Ambos proveedores entregan en lotes de 3000 unidades, a continuación se detallan 10 lotes entregados por cada proveedor para ser sometidos a un muestreo de aceptación (Resuelva en Excel):

Lotes entregados por Montecillos					
Lote	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
1	128.20	127.80	130.49	126.42	127.72
2	127.73	125.53	126.82	129.37	126.91
3	127.33	128.52	125.25	126.26	127.94
4	125.56	127.99	126.41	125.41	128.03
5	128.88	125.56	127.86	130.54	127.05
6	126.03	129.34	130.39	126.86	127.17
7	126.67	125.41	125.36	128.41	127.48
8	126.40	132.60	128.46	123.81	124.75
9	134.70	130.98	125.62	126.21	129.07
10	126.70	125.15	126.88	128.91	126.95

Lotes entregados por El Universo										
Lote	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cantidad de defectos	19	17	15	24	25	15	13	16	10	9

- Utilizando la tabla militar apropiada y tipos de inspección normales, defina los planes de muestreo necesarios.
- Tome la decisión de aceptar o rechazar los lotes de las materias primas. Además, establezca las acciones a seguir de acuerdo con la dinámica del muestreo.

11MA- Un plan de muestreo simple se usa para determinar la aceptabilidad de los embarques de un ensamblado de roles que se usan para fabricar patineras. Para lotes de 500 roles, se toman muestras de $n=20$. El lote se rechaza si se encuentra en la muestra cualquier artículo defectuoso. Resuelva en Excel

- Suponga que $AQL=1\%$ y $PNCT=10\%$. Encuentre alfa y beta.
- Compare este plan con uno utilizando MIL STD 105E con nivel de inspección II y comente sobre los resultados.

12MA- El riesgo del productor está definido por $\alpha=0,05$ para 1,5% de los productos defectuosos y el riesgo del consumidor está definido por $\beta=0,10$ para 4,6% de los productos defectuosos. Resuelva en Excel

- Seleccione el plan que concuerde con el nivel de calidad del productor y esté tan cerca como sea posible de la condición del consumidor. Encuentre el valor real de beta.
- Realice ahora un plan para la misma situación pero utilizando la método de Cameron.
- Con base en el AOQL cuál método seleccionaría.

13MA- Usted es el gerente general de una compañía que recibe grandes cantidades de materiales de un proveedor en lotes de 1000. El costo de inspección es de \$1.25/unidad. El costo en que se incurre si se introduce material defectuoso en su producto es \$20/unidad. Uno de sus ingenieros le ha propuesto un plan de muestreo de 75 con número de aceptación igual a tres. En el pasado, los lotes entregados por el proveedor han tenido un promedio de 3.4% de unidades defectuosas y la empresa trabaja con un AQL del 1%. Resuelva en Excel

- ¿Tiene una justificación económica el plan de muestreo?
- Proponga un plan de muestreo con base en ambos riesgos, tomando un alfa de 0.05 y una beta de 0.10.

- c) Calcule el AOQL para ambos planes y compárelos. ¿Económicamente hablando cuál le conviene más?
- d) Dibuje la curva OC y la AOQ para el mejor plan.

14MA- Una manufacturera automovilística está usando un plan de muestreo de $n = 200$ y $c = 3$ para todos los tamaños del lote. Resuelva en Excel

- a) Determine el valor de AQL para $\alpha = 0.05$ y el valor de AOQL.
- b) Construya las curvas CO y AOQ

15MA- Se requiere que la densidad de una pieza de plástico que se usa en una calculadora de bolsillo sea por lo menos igual a 0.70g/cm^2 . Se reciben las piezas en lotes grandes, y se debe de utilizar planes simples de muestreo para juzgar los lotes. Si el productor cuenta con un AQL del 2% y el cliente exige un PNCT del 4%, $\alpha = 0,05$ y $\beta = 0,10$. Resuelva con excel.

- a) Diseñe un plan de muestreo basado en el riesgo del productor y otro basado en el riesgo del consumidor.
- b) Determine el porcentaje de defectuosos que corresponden para un PA de 80% y 20%, para ambos planes.
- c) Diseñe un plan simple de muestreo con base en ambos riesgos.
- d) Trace la curva OC y la AOQ para este último plan de muestreo y determine la probabilidad de aceptar lotes con una fracción defectuosa del 5%.

16MA- Usted es el gerente general de una compañía que recibe grandes cantidades de materiales de un proveedor en lotes de 1000. El costo de inspección de los lotes es \$1/unidad. El costo en que se incurre si se introduce material defectuoso en su producto es \$15/unidad. Uno de sus ingenieros le ha propuesto un plan $n=75$ y $c=2$. En el pasado, los lotes entregados por el proveedor han tenido un promedio de 3.4% de unidades defectuosas. Resuelva en Excel

- a. ¿Tiene una justificación económica un plan de muestreo?
- b. Si quiere aceptar sólo lotes con 4% de unidades defectuosas o mejor, ¿qué piensa del plan de muestreo propuesto por su ingeniero?
- c. Suponga que los lotes rechazados se inspeccionan al 100%. Si un proveedor entrega muchos lotes 4% defectivos, ¿cuál será la calidad de salida promedio para estos lotes?
- d. Proponga un plan de muestreo normal utilizando MIL-STD 105E con un nivel de inspección II y un AQL de 2.5%. Realice la curva CO y AOQ compare ambos planes.

17MA- Un productor de chips para computadora ha decidido conceder condiciones similares a los consumidores igualando α y β a 5 %. Se ha definido un AQL de 0.5% y PNCT de 1.5%. Con estas especificaciones el productor está buscando ahora un plan de muestreo único que le permita instrumentar las especificaciones. Resuelva en Excel

- a) ¿Qué plan o planes debe considerar? Desarrolle también un plan utilizando MIL-STD 105E con un nivel general de inspección II.
- b) Si el costo de inspección de la empresa es de \$10 por unidad y el costo en que incurre la compañía si entra producto defectuoso al sistema de producción es \$25 por unidad, determine para cada plan el valor de AOQL y el costo de cada plan.

18MA- Para medir el desempeño de un proceso en una empresa, se cuantifica la proporción de artículos defectuosos. De acuerdo con los datos históricos se tiene que el porcentaje promedio de artículos defectuosos es de 2.5%. Resuelva en Excel

- Un cliente de esta empresa exige que antes de enviar los embarques se inspeccionen los lotes y se aplique un AQL de 1%. De acuerdo con esto, diseñe un plan apropiado suponiendo un PNCT del 3% y un tamaño de lote grande.
- Obtenga las curvas CO y AOQ para el plan.
- Si un lote tiene un nivel de calidad igual al promedio del proceso, ¿cuál es la probabilidad de aceptarlo?
- ¿Ahora suponga que usted fabrica en lotes de 5000 unidades, obtenga el n , c y AOQL para un plan diseñado con Dodge-Roming

19MA- Usted es el gerente de calidad de una compañía que recibe grandes cantidades de materiales de un proveedor en lotes de 1000. El costo de inspección es de \$1.25/unidad. El costo en que se incurre si se introduce material defectuoso en su planta es de \$20/unidad. Uno de sus ingenieros le ha propuesto un plan de muestreo de 75 con número de aceptación igual a cuatro. En el pasado, los lotes entregados por el proveedor han tenido un promedio de 3.5% de unidades defectuosas. Resuelva en Excel

- Compare mediante una curva OC y una curva AOQ el plan propuesto por su ingeniero con un plan que utilice MIL-STD 105E con un nivel de inspección II y un AQL de 2.5%. Comente los resultados.
- Compare ambos planes por los costos en que incurre la empresa.
- Si quiere aceptar sólo lotes con 3% de unidades defectuosas o mejor, ¿qué piensa de los planes propuestos?
- Suponga que los lotes rechazados se inspeccionan al 100%. Si un proveedor entrega muchos lotes con 4% de defectuosos, ¿cuál será la calidad de salida promedio para estos lotes con cada plan?

20MA- Para medir el desempeño de un proceso en una empresa, se cuantifica la proporción de artículos defectuosos. De acuerdo con los datos históricos se tiene que el porcentaje promedio de artículos defectuosos es de 3.5%. Resuelva en Excel

- Un cliente de esta empresa exige que antes de enviar los embarques se inspeccionen los lotes y se aplique un AQL de 2.5%. De acuerdo con esto diseñe un plan apropiado suponiendo un PNCT de 5% y utilizando la tabla de Cameron.
- Obtenga la curva OC y la curva AOQ para el plan. Si un lote obtiene un nivel de calidad igual al promedio del proceso, ¿cuál es la probabilidad de aceptarlo?
- ¿Ahora suponga que se fabrica en lotes de 2000 unidades, obtenga el n , c y AOQL para un plan diseñado con Dodge-Roming si la empresa logra bajar el promedio de artículos defectuosos en dos puntos porcentuales?

21MA- Suponiendo una inspección normal, MIL STD 414, el método de la desviación estándar y la variabilidad desconocida, además de letra código D y AQL de 2.5% con una especificación inferior de 200g y si el tamaño del lote es $N = 40$, encuentre:

- El plan apropiado.
- Determine si un lote es aceptado o rechazado, dado que los resultados de la inspección fueron los siguientes 204, 211, 199, 209 y 208g.

22MA- Una compañía que actualmente emplea un proceso de inspección en su departamento de recepción de materiales trata de instalar un programa de reducción general de costos. Una reducción posible es la eliminación de un puesto de inspección. Este puesto pone a prueba el material que tiene un contenido defectuoso con un promedio de 0.04. Al inspeccionar todos los artículos, el inspector puede eliminar todos los defectos. La empresa labora 8 horas productivas por día y el empleado puede inspeccionar 50 unidades en una hora. El pago por hora de este puesto de trabajo, incluidas las prestaciones, es de 9 dólares. Si se elimina el puesto de inspección, los defectos llegarán a la línea de ensamble y será necesario reemplazar los productos más adelante a un costo de 10 dólares cada uno, al detectar los defectos durante las pruebas de producto finales.

- Haciendo un análisis de costos, ¿se debe eliminar este puesto de inspección?
- Existe alguna alternativa intermedia para solventar este problema, proponga una solución con base en los costos de este departamento.

CARTAS DE CONTROL

1CC- Un fabricante de bolsas con corteza de ciprés desea establecer la capacidad de su proceso. A continuación se presenta una tabla con 25 muestras de cuatro unidades cada una tomadas cada 30 minutos. Resuelva en Excel

Sub grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
\bar{x}	99.50	80.25	92.25	84.25	99.00	89.00	97.50	93.50	94.25	89.25
\bar{R}	30	7	27	13	12	21	16	6	11	15
Sub grupo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
\bar{x}	98.25	85.50	86.25	93.75	94.25	97.00	95.00	90.50	93.75	86.50
\bar{R}	16	11	20	13	7	24	10	16	14	28
Sub grupo	21	22	23	24	25					
\bar{x}	89.50	88.25	96.25	95.50	89.25					
\bar{R}	4	30	7	7	7					

Si la especificación superior del producto es de 130 kg y la especificación inferior del producto es de 75 kg se le pide que dibuje las cartas respectivas, determine porcentaje de defectuosos, Cp, Cpk, Cpm y el estado del proceso. ¿Qué podemos concluir?

2CC- Para analizar la estabilidad de la cantidad de artículos defectuosos en un proceso de producción y tratar de mejorarlo, se toma una muestra de 120 piezas cada cuatro horas, mediante el método del intervalo. Los datos obtenidos durante seis días se muestran en la siguiente tabla Resuelva en Excel:

Muestra	Artículos Defectuosos	Muestra	Artículos Defectuosos
1	11	11	8
2	10	12	7
3	7	13	9
4	10	14	6
5	4	15	6
6	12	16	11
7	8	17	9
8	5	18	7
9	14	19	6
10	12	20	10

- Para analizar estos datos, ¿cuál carta recomendaría?
- Mediante una carta p, analice los datos y comente los resultados.
- ¿Cómo explicaría los límites de control que obtuvo?
- De acuerdo con los costos de producción, el nivel de artículos defectuosos máximo tolerable es de 10%. Por lo tanto, se sugiere que el límite de control superior de la carta p sea 0.10. ¿Es correcta esta sugerencia?

3CC- La Municipalidad de Heredia tiene varias quejas de un grupo de vecinos que colindan con un taller de soldadura. Las quejas se derivan por el ruido que la empresa hace en horas nocturnas. Cuando la Municipalidad visita el sitio le recomienda a la empresa contratar un técnico y realizar un estudio de decibeles (dB). Siguiendo las recomendaciones, la empresa contrata unos técnicos, los cuales van al sitio y toman cinco muestras desde la media noche hasta las 4:00 am. La siguiente tabla detalla las lecturas tomadas Resuelva en Excel:

Hora	dB	Hora	dB
12:00 p.m.	24	3:00 a.m.	18
	33		24
	29		21
	30		23
	28		38
1:00 a.m.	25	4:00 a.m.	30
	28		26
	27		33
	28		27
	30		25
2:00 a.m.	32		
	31		
	30		
	29		
	30		

- ¿Se presentan causas asignables de variación? ¿Está el proceso bajo control estadístico?
- Definiendo una especificación de 29 ± 2 dB, y un porcentaje no conforme de un 3%, definidos según la reglamentación vigente. ¿Puede el proceso cumplir con la especificación técnica? ¿En qué situación se encuentra el proceso? ¿Puede el taller seguir trabajando un tercer turno?

4CC- La Ogly Cola S. A., acaba de diseñar una bebida de cola destinada al mercado infantil, a saber, niños entre los 6 y 10 años, la empresa cuenta con una línea de manufactura. La especificación de la botella es de 100 ± 3 mililitros. La empresa ha formado dos equipos de trabajo y cada equipo labora 4 horas en la elaboración de este producto y las otras 4 horas en la elaboración de otro producto en otro departamento de la compañía. El primer equipo está formado por Karla, Carolina y Pamela; el segundo equipo lo componen Daniela, Cristina y María Fernanda. Cada equipo estableció sus métodos y procedimientos de trabajo, así como las reglas en el uso de la instrumentación y calibración de equipos. Ogly Cola S. A., desea trabajar con altos estándares de calidad y para ello ha decidido aplicar gráficas de control para monitorear la fabricación de sus productos y eliminar el desecho y las causas que lo generan a lo interno de la empresa. A continuación, se presentan los datos obtenidos en 30 observaciones cada una de 5 unidades Resuelva en Excel:

m	Promedio en mililitros	Rango en mililitros	m	Promedio en mililitros	Rango en mililitros
1	100.00	1.0	16	103.00	8.1
2	101.00	6.9	17	102.00	9.9
3	102.00	3.7	18	101.00	8.2
4	103.00	7.1	19	100.00	5.2
5	102.00	2.0	20	99.00	5.9
6	101.00	5.6	21	98.00	6.6
7	100.00	5.4	22	97.00	3.2
8	99.00	6.4	23	98.00	7.3
9	98.00	4.3	24	99.00	7.4
10	97.00	3.3	25	100.00	9.8
11	98.00	4.4	26	101.00	4.0
12	99.00	8.4	27	102.00	5.0
13	100.00	2.6	28	103.00	7.4
14	101.00	3.7	29	102.00	7.7
15	102.00	6.8	30	101.00	2.6

- Grafique la carta de control y calcule porcentaje de defectuosos.
- Calcule C_p , C_{pk} y C_{pm} y realice un estudio de capacidad y estabilidad.
- ¿Cuál es el estado del proceso y cuáles son sus recomendaciones?
- ¿Qué podemos concluir acerca de los índices de capacidad y estabilidad, en dónde está el problema de la empresa?

5CC- Un proceso que produce piezas forjadas de titanio para discos de turbocargadores de automóvil va a controlarse mediante el uso de una carta para la fracción disconforme. Inicialmente, se toma una muestra de tamaño 150 cada día durante 20 días, y se observan los resultados que se muestran abajo (Resuelva en Excel):

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Disconformes	17	27	15	30	28	15	20	27	16	43
Día	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Disconformes	13	14	22	17	29	16	25	45	27	23

- Establecer una carta de control p para monitorear la producción, analice los resultados obtenidos e interprete los límites del proceso.
- Después de un exhaustivo análisis y de la colaboración de los círculos de calidad se procedió a realizar mejoras en los métodos de trabajo obteniéndose los siguientes resultados:

Día	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Disconformes	9	7	10	12	8	12	10	12	11	9

Recalcule los límites de la carta de control del punto a eliminando las causas asignables y utilizando solo los datos de los primeros 20 días de estudio, luego grafique los 30 días sobre esta carta de control, ¿qué podemos concluir?, analice los resultados obtenidos e interprete los límites del proceso.

6CC- El Gerente de la planta de Cervecería Costa Rica decidió recabar datos sobre el número de botellas defectuosas que salen de su línea de producción. Todos los días, una muestra aleatoria de 250 botellas fue inspeccionada para el nivel del líquido y detectar la presencia de botellas rajadas, mal selladas o con etiquetas defectuosas. Cualquier botella que no lograra satisfacer la norma para cualquiera de esos criterios se sumaba a la cuenta de las rechazadas. El estudio duró 30 días y arrojó los datos que aparecen en la tabla. Basándose en esos datos, haga una carta np y conteste: ¿qué le podría decir usted al gerente acerca de la calidad de la línea de embotellado? ¿Observa algún comportamiento no aleatorio en el proceso de embotellado? En caso afirmativo, ¿cuál podría ser la causa de ese comportamiento? (Resuelva en Excel)

Muestras	Número de botellas rechazadas en una muestra de 250									
1-10	4	9	6	12	8	2	13	10	1	9
11-20	4	6	8	10	12	4	3	10	14	5
21-30	13	11	7	3	2	8	11	6	9	5

7CC- West Battery Corp. ha recibido últimamente quejas de los vendedores al menudeo respecto a que las baterías de 9 voltios no duran tanto como las de otras marcas, para analizar este problema West estableció una revisión por hora en la línea de ensamble. Decidió tomar muestras de 5 baterías de 9 voltios durante las siguientes 30 horas, con la finalidad de crear los estándares para los límites de una gráfica de control (Resuelva en Excel):

m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
x	50.00	48.80	43.80	51.20	46.80	55.80	44.40	50.60	46.60	55.40	50.80	45.60	51.40	49.60	55.80
R	2	34	15	40	28	22	23	27	8	25	26	7	30	18	28
m	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
x	48.20	47.00	52.60	45.80	48.40	41.40	49.00	59.20	52.20	53.00	51.40	47.60	52.00	55.80	47.00
R	29	20	22	11	19	12	16	26	12	12	22	21	18	7	16

Si la especificación del producto es de 50 ± 3 horas, calcule:

- Grafique la carta x-R.
- Calcule C_p , C_{pk} y C_{pm} .
- ¿Cuál es el estado del proceso y cuáles son sus recomendaciones?

8CC- Se desea obtener las gráficas $\bar{X} - R$ correspondientes a la dimensión de una parte, expresada en milímetros. Los datos se reunieron en sub grupos de 6 cada uno; son los que aparecen en la tabla siguiente. Calcule la línea central y los límites de control. Resuelva en Excel

- Realice la gráfica
- Elimine las causas asignables y recalculé los límites
- Calcule los porcentajes de producto defectuoso y su tipo de defectuoso, conociendo que la especificación del producto es de 20.4 ± 0.15 .
- Calcule C_p , C_{pk} y C_{pm} .

Número de Subgrupo	Media	Rango	Número de Subgrupo	Media	Rango
1	20.35	0.34	14	20.41	0.36
2	20.40	0.36	15	20.45	0.34
3	20.36	0.32	16	20.34	0.36
4	20.65	0.36	17	20.36	0.37
5	20.20	0.36	18	20.42	0.73
6	20.40	0.35	19	20.50	0.38
7	20.43	0.31	20	20.31	0.35
8	20.37	0.34	21	20.39	0.38
9	20.48	0.30	22	20.39	0.33
10	20.42	0.37	23	20.40	0.32
11	20.39	0.29	24	20.41	0.34
12	20.38	0.30	25	20.40	0.30
13	20.40	0.33			

9CC- Una máquina automática de alta velocidad fabrica resistencias para circuitos electrónicos. La máquina está siendo puesta a punto para producir a largo plazo resistencias de 1000 ohmios cada una. La especificación del producto es de 1000 ± 5 ohmios. Para poder determinar si tendremos buenos resultados con la fabricación de este producto, se adjuntan los valores que corresponden a la producción de las resistencias.

n	m									
Promedio	997	1004.25	991	991	1003	990	1010	990	1008	998.5
Intervalo	17	11	22	40	21	7	15	25	15	45

n	m									
Promedio	985.5	1000	1007	990.25	998.25	999.25	1001.25	993.5	995.75	1002
Intervalo	10	35	22	10	16	24	30	25	38	17

Si se tomaron muestras de 4 unidades realice un análisis con un gráfico x-R, empleando para ello el cálculo de los límites sin valores especificados. Indique el porcentaje de defectuosos por día; total, por precisión y por exactitud. Haga un análisis de la capacidad del proceso. ¿Qué comentarios puedes hacer sobre el proceso? Resuelva en Excel.

10CC- Para analizar la estabilidad de la cantidad de artículos defectuosos en un proceso de producción y tratar de mejorarlo, se toma una muestra de 120 piezas cada cuatro horas, mediante el método del intervalo. Los datos obtenidos durante seis días se muestran en la siguiente tabla (Resuelva en Excel):

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Defectuoso	11	10	7	10	4	12	8	5	14	12
Muestra	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Defectuoso	8	7	9	6	6	11	9	7	6	10

- Para analizar estos datos, ¿cuál carta recomendaría? y ¿por qué?
- Mediante una carta p , analice los datos.
- ¿Cómo explicaría los límites de control que obtuvo?
- De acuerdo con los costos de producción, el nivel de artículos defectuosos máximo tolerable es de 10%. Por lo tanto, se sugiere que el límite de control superior de la carta p sea 0.10 ¿Es correcta esta sugerencia?

ANÁLISIS DE CAPACIDAD

1-AC Los siguientes datos representan las mediciones de viscosidad de los últimos tres meses de un producto lácteo. El objetivo es tener una viscosidad de 80 ± 10 cps. Resuelva en Excel

Producto lácteo							
84	86	82	86	78	82	84	80
86	82	82	90	84	81	82	78
78	80	83	81	86	86	83	84
79	86	87	83	81	84	83	83
81	80	78	87	85	82	86	83
85	84	84	78	81	79	84	84
83	80	82	82	82	82	82	82
81	83	88	81	84	87	82	81
77	86	83	83	82	80	82	81
79	85	82	84	84	80	81	76

- Calcule la media y la desviación estándar, y tomando éstos como parámetros poblacionales estime los índices de Cp, Cpk y Cpm.
- ¿Las estimaciones hechas en los dos incisos anteriores y las correspondientes estimaciones se deben ver con ciertas reservas? ¿Por qué?

2-AC Cereales Buen Día S. A., es una empresa que se dedica a la fabricación de diversos cereales. Actualmente se está empezando a poner en marcha una nueva máquina para el proceso de llenado de las bolsas cuya especificación es de 25 ± 1 onzas. Miguel, gerente de operaciones de la compañía, decide fabricar todo el día de hoy con la máquina nueva en lugar de utilizar las máquinas llenadoras actuales. Aleatoria mente toma las siguientes muestras (Resuelva en Excel):

Día 1 en la mañana										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	26.1	25.2	25.6	25.5	25.2	26.6	27.6	24.5	24.1	25.8
	24.4	25.9	24.5	26.8	25.2	24.1	26.0	23.1	25.0	25.7
	25.6	25.2	25.7	25.1	26.3	25.5	24.9	23.9	23.5	24.3
	25.2	24.8	25.1	25.0	25.7	24.0	25.3	24.7	24.9	27.3
Promedio										
Rango										

Día 1 en la tarde										
Muestra	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	22.5	24.5	24.4	23.1	24.6	24.4	25.1	24.5	25.3	24.6
	23.0	24.8	24.5	23.3	25.1	24.4	24.1	24.5	27.5	25.3
	23.7	23.2	25.9	24.4	24.0	22.8	23.9	26.0	24.3	25.5
	24.0	24.2	25.5	24.7	25.3	24.3	26.2	26.2	25.5	24.3
Promedio										
Rango										

- Realice un análisis de la capacidad utilizando el método rápido.
- ¿Qué podría concluir Miguel?

3-AC La longitud de una pieza metálica debe ser de $8 \text{ cm} \pm 40 \text{ mm}$. Para evaluar la capacidad del proceso se toma una muestra aleatoria sistemática de 48 piezas y las mediciones obtenidas se reportan como las micras que se desvían del valor nominal (Resuelva en Excel):

Longitud (desviación en micras de valor nominal)							
-10	-31	-16	-7	0	3	0	-21
8	-7	-2	-7	-14	-2	5	8
-2	-5	8	2	-45	-12	-5	12
-19	18	-10	-14	-5	-10	7	12
4	5	-2	5	-13	14	5	9
-2	3	20	-4	-4	1	4	17

- Ahora, los datos están reportados y las especificaciones son 0 ± 40 , estime, con un intervalo de confianza de 95% los índices Cp, Cpk y Cpm e interprete cada uno de ellos.
- ¿Hay seguridad de que la capacidad del proceso es satisfactoria?
- ¿Por qué fue necesario estimar por intervalo?

4-AC La especificación del peso de una preforma en un proceso de inyección de plástico es de $60 \pm 1 \text{ g}$. Para hacer una primera valoración de la capacidad del proceso se toma una muestra aleatoria de $n = 40$ piezas y se obtiene un $\bar{x} = 59.88$ y $S = 0.25$ (Resuelva en Excel):

- Estime con un intervalo de confianza del 95%, los índices Cp, Cpk y Cpm e interprete cada uno de ellos.
- ¿Hay seguridad de que la capacidad del proceso sea satisfactoria?

5-AC Los contenidos de lactosa, en miligramos, de una barra de chocolate de cierta marca se registraron de la siguiente manera (Resuelva en Excel):

1.09	1.74	1.58	2.11	1.64	1.79	1.37	1.75
1.92	1.47	2.03	1.86	0.72	2.46	1.93	1.63
2.31	1.97	1.70	1.90	1.69	1.88	1.40	2.37
1.79	0.85	2.17	1.68	1.85	2.08	1.64	1.75
2.28	1.24	2.55	1.51	1.82	1.67	2.09	1.69

Si las tolerancias de la barra de chocolate son 1.5 ± 0.5 dé una primera opinión sobre la capacidad del proceso, para ello calcule Cp, Cpk y Cpm.

6-AC En una fábrica de gises, una característica de calidad importante en éstos es su densidad, la cual debe estar entre 4.4 y 5.4. Se hace un estudio estadístico para ver si se está cumpliendo con las especificaciones y mediante muestreo, se obtiene que la densidad promedio es de 4.8 y la desviación estándar es de 0.2. Calcule los límites del proceso y compárelos con los límites de la especificación, calcule los índices de Cp, Cpk y Cpm. ¿Está centrado el proceso? ¿El proceso cumple con las especificaciones? ¿Es el proceso capaz? Suponga un tamaño de muestra de 40 piezas. (Resuelva en Excel)

7-AC La especificación del peso de los paquetes de Maseca en el proceso de llenado de Demasa es de $250 \pm 1 \text{ g}$. Para hacer una primera valoración de la capacidad del proceso se obtiene una muestra aleatoria de $n = 40$ paquetes y se obtiene que la media muestral es de 249,77 y la desviación estándar muestral es de 2,50 (Resuelva en Excel):

- Estime con un intervalo de confianza de 95% los índices Cp, Cpk y Cpm e intérpretelos.
- ¿Hay seguridad de que la capacidad del proceso sea satisfactoria? ¿Por qué fue necesario estimar por intervalo?

8-AC Los contenidos de cafeína, en miligramos, de una taza de cierta marca de café se registraron de la siguiente manera (Resuelva en Excel):

1.09	1.74	1.58	2.11	1.64	1.79	1.37	1.75
1.92	1.47	2.03	1.86	0.72	2.46	1.93	1.63
2.31	1.97	1.70	1.90	1.69	1.88	1.40	2.37
1.79	0.85	2.17	1.68	1.85	2.08	1.64	1.75
2.28	1.24	2.55	1.51	1.82	1.67	2.09	1.69

Si las tolerancias de la taza de café son 1.5 ± 0.5 mg, calcule la media y la desviación estándar y estime los índices de Cp, Cpk y Cpm para esta muestra.

9-AC Considerar los dos procesos que se presentan abajo, si el tamaño de muestra es de 5 piezas y las especificaciones son de 100 ± 10 , calcule Cp, Cpk y Cpm e interprete estos índices. ¿Cuál proceso preferiría utilizar y por qué? (Resuelva en Excel)

Proceso	Tamaño de muestra	Media muestras	Desviación muestral
1	40	99.88	3
2	40	102.02	2

PRUEBAS DE HIPÓTESIS.

ANOVA

1A- Un ingeniero químico desea comparar la dureza de cuatro mezclas de pintura. Se aplicaron seis muestras de cada mezcla de pintura a una pieza de metal. Se curaron las piezas de metal. A continuación, se midió la dureza de cada muestra. Para probar la igualdad de medias y para evaluar las diferencias entre pares de medias, el analista usa el ANOVA de un solo factor con múltiples comparaciones. Resuelva en Minitab

Pintura	Dureza	Temp	Operador
Mezcla 1	17	29,4	3
Mezcla 1	13,9	30	3
Mezcla 1	10,4	29,6	2
Mezcla 1	19,3	30	1
Mezcla 1	16,1	29,9	3
Mezcla 1	11,7	30,1	3
Mezcla 2	14,9	30,3	1
Mezcla 2	3,2	29,9	2
Mezcla 2	1,9	28,9	2
Mezcla 2	7,3	28,6	1
Mezcla 2	9,6	30,8	3
Mezcla 2	14,5	29,9	1
Mezcla 3	13	30,9	2
Mezcla 3	16,4	29,6	1
Mezcla 3	13,3	29,8	3
Mezcla 3	6,5	30,6	2
Mezcla 3	11,9	29,5	2
Mezcla 3	16,8	29,9	3
Mezcla 4	15	30,5	2
Mezcla 4	17,8	30,8	3
Mezcla 4	22,9	28,9	1
Mezcla 4	17,4	30,6	3
Mezcla 4	16,9	30,7	3
Mezcla 4	18,4	29,9	1

2A- Un analista desea comparar la resistencia de cuatro mezclas de polímeros. Se aplicaron seis muestras de cada mezcla de polímero a una aleación. Se curaron las aleaciones. A continuación, se midió la resistencia de cada muestra. Para probar la igualdad de medias y para evaluar las diferencias entre pares de medias, el analista usa el ANOVA de un solo factor con múltiples comparaciones. Resuelva en Minitab

Polímero	Resistencia	Temp	Técnico
Mezcla 1	36,1254169	85	3
Mezcla 1	25,9530077	100	3
Mezcla 1	32,3946903	100	2
Mezcla 1	37,3687309	100	1
Mezcla 1	32,3946903	100	3
Mezcla 1	19,2189363	85	3
Mezcla 2	22,3431292	85	1
Mezcla 2	38,1821391	100	2
Mezcla 2	19,2189363	85	2
Mezcla 2	24,9665854	85	1
Mezcla 2	30,3458647	85	3
Mezcla 2	26,3613819	100	1
Mezcla 3	32,851435	85	2
Mezcla 3	34,8077989	100	1
Mezcla 3	29,8343766	100	3
Mezcla 3	38,1821391	100	2
Mezcla 3	30,3458647	100	2
Mezcla 3	29,3390958	100	3
Mezcla 4	30,0841574	85	2
Mezcla 4	23,9603835	85	3
Mezcla 4	26,3613819	100	1
Mezcla 4	29,3390958	100	3
Mezcla 4	24,9665854	85	3
Mezcla 4	23,9603835	85	1

3A- Una ingeniera de diseño electrónico estudia el efecto de la temperatura de operación y de tres tipos de cristal de placa frontal en la salida de luz de un tubo de osciloscopio. Para estudiar el efecto de la temperatura, tipo de vidrio y la interacción entre estos dos factores, el ingeniero utiliza un modelo lineal general. Resuelva en Minitab

SalidaLuz	Temperatura	TipoVidrio
580	100	1
1090	125	1
1392	150	1
568	100	1
1087	125	1
1380	150	1
570	100	1
1085	125	1
1386	150	1
550	100	2
1070	125	2
1328	150	2
530	100	2
1035	125	2
1312	150	2
579	100	2
1000	125	2
1299	150	2
546	100	3
1045	125	3
867	150	3
575	100	3
1053	125	3
904	150	3
599	100	3
1066	125	3
889	150	3

4A- Un analista de ingeniería de sonido, estudia el efecto del sonido en pruebas y de tres tipos de membrana de material poroso en la salida de audio medido en decibeles. Para estudiar el efecto del sonido en decibeles, tipo de membrana y la interacción entre estos dos factores, el analista utiliza un modelo lineal general. Resuelva en Minitab

Salida de audio	decibeles	Tipo de membrana
9,6878	82	1
9,3770	103	1
10,8254	124	1
9,6368	82	1
10,4049	103	1
9,2103	124	1
10,7451	82	1
10,3547	103	1
10,0961	124	1
9,6256	82	2
10,3146	103	2
10,4039	124	2
11,0176	82	2
9,8523	103	2
9,7484	124	2
10,7151	82	2
9,7812	103	2
10,0408	124	2
9,4858	82	3
8,7150	103	3
9,9077	124	3
8,3069	82	3
10,4996	103	3
9,6165	124	3
9,5427	82	3
14,1097	103	3
10,2842	124	3

5A- Ximena, dueña del mejor restaurante de la ciudad, ha diseñado tres formatos diferentes para que los meseros tomen los pedidos de los comensales en el sistema digital que acaba de incorporar. Ella desea averiguar si el tiempo que tardan tomando una orden es, en promedio igual, o si alguno de los formatos es mejor que otro. Para ello selecciona a un salonerero y lo pone a trabajar por tres días sucesivos, un día en cada formato. Los datos se dan a continuación en minutos por orden.

Formato 1	4	3	5	3
Formato 2	7	6	9	11
Formato 3	4	3	4	5

Formule la hipótesis y resuelva la prueba de hipótesis utilizando un nivel de significancia del 0.05. Use Minitab.

6A- El jefe de una línea de montaje, en una planta de relojes, decidió estudiar cómo las diferentes velocidades de la banda transportadora repercuten en la tasa de unidades defectuosas producidas en un turno de 8 horas. Para analizar esto, decidió realizar un pequeño experimento, hizo funcionar la banda transportadora en cuatro velocidades distintas durante cinco turnos de 8 horas cada uno y midió el número de unidades defectuosas descubiertas al final de cada turno. He aquí los resultados:

	Unidades Defectuosas Por Turno				
Velocidad 1	37	35	38	36	34
Velocidad 2	27	32	32	34	30
Velocidad 3	32	36	33	34	40
Velocidad 4	35	27	33	31	29

¿Producen las velocidades de la banda transportadora la misma tasa media de relojes defectuosos por turno? Utilice un nivel de significancia de 0.05. Resuelva con Minitab

7A- La Guayaba S.A. es una Pymes de mediano tamaño ubicada en Cañas, Guanacaste. Esta es una empresa familiar con arraigo en la zona, su gerente y única heredera del negocio, Laura, está estudiando la posibilidad de industrializar el proceso de fabricación de sus principales jaleas, todas hechas con frutas de pequeños agricultores de la zona. La semana pasada estuvo en una feria de productos naturales en Ohio, Estados Unidos, e hizo importantes contactos para iniciar la exportación de sus productos, sin embargo, tiene la posibilidad de adquirir el equipo industrial a tres diferentes proveedores. Para Laura es importante la atención rápida que le puedan brindar ya que lo último que quiere es perder ventas por dificultades a la hora de reparar máquinas o por falta de repuestos. Para saber si existe alguna diferencia en el servicio, se seleccionaron al azar algunos clientes de cada fabricante de equipo industrial y se registraron los tiempos de espera en días:

Empresa A	5	7	4	5	4
Empresa B	6	7	7	5	6
Empresa C	7	8	9	8	9

¿Puede Laura llegar a la conclusión de que las empresas ofrecen un servicio al cliente igualmente satisfactorio? Utilice un nivel de confianza del 0.01. Resuelva con Minitab

8A- La Gran Bodega S. A., es una empresa que se dedica a la distribución de abarrotes en todos los supermercados del país. Laura es su gerente general y acaba de llegar a un acuerdo con los cebolleros de la zona de Cartago para distribuir su producto. Laura sabe que dependiendo de las condiciones del lugar en donde almacenen las cebollas, estas pueden perder más o menos peso por día. La empresa tiene tres bodegas ubicadas en diferentes zonas de la ciudad por lo que ha decidido realizar un experimento colocando la misma cantidad de quintales de cebolla por dos semanas en cada una de las bodegas, a continuación se presentan las siguientes pérdidas de peso en libras:

Bodega 1	Bodega 2	Bodega 3
5	6	7
7	7	8
4	7	9
5	5	8
4	6	9

Con un nivel de significancia de 0.05, ¿puede concluir Laura que no existe una diferencia en la cantidad media de peso perdido entre las tres bodegas? Resuelva por Minitab

9A- El Mayorista S.A. es un importador que distribuye productos de consumo masivo a todo el país. La empresa despacha cajas completas y pedidos especiales a los diferentes clientes. Estos pedidos especiales consisten en pedidos menores al tamaño de empaque con que se importan los productos lo que obliga a abrir las cajas y re empacarlas en cajas más pequeñas y con las unidades pedidas por los clientes. Estos pedidos especiales han generado un atraso importante ya que la carga de los camiones de reparto se atrasa esperando precisamente que los pedidos especiales estén listos. Se formo un círculo de calidad que se dividió en tres equipos de trabajo, cada uno ideó un nuevo procedimiento para preparar los pedidos especiales, a continuación, se presenta una tabla con los pedidos especiales preparados por hora de acuerdo con las tres diferentes propuestas:

Método 1	Método 2	Método 3
34	44	45
38	41	50
40	39	46
30	40	48

Con un nivel de significancia de 0.05, ¿podemos concluir que los tres métodos de reempaque son igualmente efectivos? Resuelva con Minitab

10A- Se compararon tres métodos de capacitación para averiguar si originaban mayor productividad al final de su realización. A continuación, se dan las medidas de productividad de los individuos que fueron instruidos en cada método:

Método 1	36	26	31	20	34	25
Método 2	40	29	38	32	39	34
Método 3	32	18	23	21	33	27

En el nivel de significancia de 0.05, ¿conducen a diferentes niveles de productividad, los 3 métodos de capacitación? Resuelva con Minitab.

CUADRO LATINO

1CL- Un ingeniero de tránsito realizó un estudio para comparar el tiempo sin uso de la luz roja para cinco secuencias distintas de semáforo, el experimento se llevó a cabo con un diseño de cuadrado latino en el que los dos factores de bloque eran 1) cinco cruces elegidos al azar y 2) cinco periodos. En la tabla de datos, las cinco secuencias de tratamiento se muestran entre paréntesis como A, B, C, D, E y los valores numéricos son el tiempo de luz roja sin uso expresado en minutos.

Cruce	Periodo				
	1	2	3	4	5
1	15,2 (A)	33,8 (B)	13,5 (C)	27,4 (D)	29,1 (E)
2	16,5 (B)	26,5 (C)	19,2 (D)	25,8 (E)	22,7 (A)
3	12,1 (C)	31,4 (D)	17,0 (E)	31,5 (A)	30,2 (B)
4	10,7 (D)	34,2 (E)	19,5 (A)	27,2 (B)	21,6 (C)
5	14,6 (E)	31,7 (A)	16,7 (B)	26,3 (C)	23,8 (D)

Resuelva con minitab, ¿qué puede concluir al respecto?

2CL- Un ingeniero investigador estudió la eficiencia en tiempo de cuatro métodos de fabricación (A, B, C, D) de un componente electrónico, se eligieron cuatro técnicos para el estudio, pero como el proceso de fabricación produce fatiga de manera que el tiempo requerido por el técnico aumenta al cambiar de un método a otro sin importar el orden, el ingeniero usó un diseño de cuadrado latino con los “técnicos” en las columnas y los “periodos” en los renglones. Los métodos de fabricación se asignaron al azar a los técnicos y los periodos, de acuerdo con el arreglo del cuadrado latino. Los valores son los tiempos de fabricación en minutos requeridos para el componente con el método indicado entre paréntesis:

Periodo de tiempo	Periodo			
	1	2	3	4
1	90 (C)	96 (D)	84 (A)	88 (B)
2	90 (B)	91 (C)	96 (D)	88 (A)
3	89 (A)	97 (B)	98 (C)	98 (D)
4	104 (D)	100 (A)	104 (B)	106 (C)

Resuelva con minitab, ¿qué puede concluir al respecto?

3CL- Se siembran cuatro variedades de aguacate y se debe realizar un experimento en un terreno que posee un gradiente de pendiente de oriente a occidente y además, diferencias en la disponibilidad de nitrógeno de norte a sur, para controlar los efectos de la pendiente y la disponibilidad de nitrógeno, utilizó un diseño de cuadrado latino, las variedades son: A, B, C y D. Los datos corresponden a la producción en kg/parcela.

Disponibilidad de Nitrógeno	Pendiente			
	1	2	3	4
1	785 (D)	730 (A)	700 (C)	595 (B)
2	855 (A)	775 (B)	760 (D)	710 (C)
3	950 (C)	885 (D)	795 (B)	780 (A)
4	945 (B)	950 (C)	880 (A)	835 (D)

Resuelva con minitab, ¿qué puede concluir al respecto?

4CL- Se quiere estudiar la posible influencia de los aditivos de combustible en la reducción de óxidos de nitrógeno en las emisiones de los automóviles controlando la influencia del conductor y del tipo de coche. Se consideran cuatro conductores, cuatro tipos de carros: Toyota, Nissan, Fiat y Renault. Se usan cuatro aditivos de combustible (A, B, C y D). Los resultados del experimento diseñado según la técnica del cuadro latino son los de la tabla:

Conductores	Carros			
	Toyota	Nissan	Fiat	Renault
1	21 (A)	26 (B)	20 (D)	25 (C)
2	23 (D)	26 (C)	20 (A)	27 (B)
3	15 (B)	13 (D)	16 (C)	16 (A)
4	17 (C)	15 (A)	20 (B)	20 (D)

Resuelva con minitab, ¿qué puede concluir al respecto?

5CL- Supongamos que queremos estudiar el poder de combustión de 5 fórmulas de combustible para cohetes. Cada fórmula se consigue mezclando una serie de componentes que vienen por lotes y cuya composición puede variar. Además, las fórmulas son preparadas por diferentes operarios que pueden tener diferente habilidad y experiencia. Por lo tanto, el experimento está sometido a dos fuentes de error sistemático, presumiblemente independientes, que son los lotes y los operarios. Para compensar estos errores sistemáticos puede utilizarse un diseño de cuadrado latino como el siguiente:

Lotes	Operarios				
	1	2	3	4	5
1	24 (A)	20 (B)	19 (C)	24 (D)	24 (E)
2	17 (B)	24 (C)	30 (D)	27 (E)	36 (A)
3	18 (C)	38 (D)	26 (E)	27 (A)	21 (B)
4	26 (D)	31 (E)	26 (A)	23 (B)	22 (C)
5	22 (E)	30 (A)	20 (B)	29 (C)	31 (D)

Los números entre paréntesis son los resultados obtenidos en el test de combustión de cada muestra. Resuelva con minitab, ¿qué puede concluir al respecto?

6CL- Para estudiar el efecto de la iluminación (A = natural, B= muy fuerte, C= escasa) en la velocidad de lectura se realiza un experimento que consiste en contar el número de palabras leídas en un minuto en distintos tipos de papel: blanco, en color y satinado y con diferente tipos de tipografías: letra grande, letra pequeña y letra normal. Los resultados obtenidos son los de la tabla adjunta:

Letra	Tipo de papel		
	Satinado	Blanco	Color
Grande	258 (A)	230 (C)	240 (B)
Normal	235 (B)	270 (A)	240 (C)
Pequeña	220 (C)	225 (B)	260 (A)

Analizar la posible influencia de los factores sobre la variable de interés, resuelva con Minitab.

7CL- 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 de 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:

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

Resuelva con minitab, ¿qué puede concluir al respecto?

8CL- Se comprueba el peso en gramos de un material de tres proveedores A, B y C por tres diferentes inspectores I, II y III. Utilizando tres diferentes escalas 1, 2 y 3 el experimento es llevado a cabo como el cuadro latino siguiente:

Inspector	Escala		
	1	2	3
I	16 (A)	10 (B)	11 (C)
II	15 (B)	9 (C)	10 (A)
III	13 (C)	11 (A)	13 (B)

Resuelva con minitab, ¿qué puede concluir al respecto?

9CL- Suponga que un experimentador estudia los efectos que tienen cinco formulaciones diferentes de la carga propulsora, utilizada en los sistemas de expulsión de la tripulación de un avión basado en la rapidez de combustión. Cada formulación se hace con un lote de materia prima que solo alcanza para probar cinco formulaciones. Además, las formulaciones son preparadas por varios operadores, y puede haber diferencias sustanciales en las habilidades y experiencias de los operadores. Por lo tanto, hay dos factores perturbadores que serán calculados en promedio en el diseño: los lotes de materia prima y los operadores. El diseño apropiado para este problema consiste en probar cada formulación exactamente una vez con cada uno de los cinco operadores. Para ellos se realiza un experimento en cuadro latino, en la tabla se presentan los resultados del experimento:

Lotes	Operarios				
	1	2	3	4	5
1	17 (A)	30 (B)	19 (C)	24 (D)	24 (E)
2	24 (B)	24 (C)	30 (D)	27 (E)	21 (A)
3	18 (C)	38 (D)	26 (E)	23 (A)	36 (B)
4	26 (D)	31 (E)	20 (A)	27 (B)	22 (C)
5	22 (E)	20 (A)	26 (B)	29 (C)	31 (D)

Resuelva con minitab, ¿qué puede concluir al respecto?

PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

1PNP- Un artículo informa acerca de un estudio en el que se modela el motor de un cohete reuniendo el combustible y la mezcla de encendido dentro de un contenedor metálico. Una característica importante es la resistencia al esfuerzo cortante de la unión entre los dos tipos de sustancias. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos al probar 20 motores seleccionados al azar. Se desea probar la hipótesis de que la mediana de la resistencia al esfuerzo cortante es 2000 psi, utilizando $\alpha = 0.05$. Resuelva con Minitab utilizando la prueba del signo

Observación	Resistencia al esfuerzo cortante	Observación	Resistencia al esfuerzo cortante
1	2158,7	11	2165,2
2	1678,15	12	2399,55
3	2316	13	1779,8
4	2016,3	14	2335,75
5	2207,5	15	1765,3
6	1708,3	16	2053,5
7	1784,7	17	2414,4
8	2575,1	18	2200,5
9	2357,9	19	2654,2
10	2256,7	20	1753,7

2PNP- Los siguientes datos representan el número de horas que un compensador opera antes de requerir una recarga: 1.5, 2.2, 0.9, 1.3, 2.0, 1.6, 1.8, 1.5, 2.0, 1.2 y 1.7. Utilice la prueba de rango con signo de Wilcoxon para probar la hipótesis en el nivel de significancia de 0.05 que este compensador particular opera con una mediana de 1.8 horas antes de requerir una recarga. Resuelva en minitab.

3PNP- Los siguientes datos representan el tiempo, en minutos, que un paciente tiene que esperar durante 12 visitas al consultorio de una doctora antes de ser atendido por ésta:

17	15	20	20
32	28	12	26
25	25	35	24

Utilice la prueba de rango con signo al nivel de significancia de 0.05 para probar la afirmación de la doctora de que la mediana del tiempo de espera para sus pacientes no es mayor que 20 minutos antes de entrar al consultorio.

4PNP- Los siguientes son los números de recetas surtidas por una farmacia en un período de 20 días:

Día	Recetas
1	19
2	21
3	15
4	17
5	24
6	12
7	19
8	14
9	20
10	18
11	23
12	21
13	17
14	12
15	16
16	15
17	20
18	18
19	14
20	22

Utilice la prueba de rango con signo al nivel de significancia de 0.01 para determinar si la mediana de recetas surtidas de la farmacia supera la meta de 17 recetas por día.

5PNP- Se afirma que una nueva dieta reducirá el peso de una persona en un período de dos semanas. Se registran los pesos de 10 personas que siguen esta dieta antes y después de un período de dos semanas, y se obtienen los siguientes datos:

Persona	Peso antes	Peso después
1	58,5	60
2	60,3	54,9
3	61,7	58,1
4	69	62,1
5	64	58,5
6	62,6	59,9
7	56,7	54,4
8	63,6	60,2
9	68,2	62,3
10	59,4	58,7

Utilice la prueba de Mann-Whitney al nivel de significancia de 0.05 para probar la hipótesis de que la dieta reduce la mediana del peso.

6PNP- Se toman 10 muestras de un baño de cultivo sobre placa utilizado en un proceso de fabricación de componentes electrónicos, y se mide el pH del baño. Los valores de pH medidos son 7.91, 7.85, 6.82, 8.01, 7.46, 6.95, 7.05, 7.35, 7.25, 7.42. Los ingenieros creen que el valor de la mediana del pH es 7.0. ¿La muestra indica que esta proposición es correcta? Utilice la prueba del signo con $\alpha = 0.05$ para investigar esta hipótesis.

7PNP- Se mide de manera rutinaria el nivel de impurezas (en ppm) en un producto químico intermedio. En una prueba reciente se observan los datos siguientes:

2,4	2,3
2,5	2
1,7	1,8
1,6	1,3
1,9	1,7
2,6	2
1,3	1,9
1,9	2,3
2	1,9
2,5	2,4
2,6	1,6

¿Puede afirmarse que la mediana del nivel de impureza es menor que 2.5 ppm? Establezca y pruebe la hipótesis apropiada utilizando la prueba de signo con $\alpha = 0.05$.

8PNP- Los pesos de cuatro personas antes de que dejen de fumar y cinco semanas después de dejar de fumar, en kilogramos, son los siguientes:

Individuo	Antes	Después
1	66	71
2	80	82
3	69	68
4	52	56
5	75	73

Utilice la prueba de Mann-Whitney para probar la hipótesis, en el nivel de significancia de 0.05, de que dejar de fumar no tiene efecto en el peso de una persona contra la alternativa del que el peso aumenta si deja de fumar.