Apuntes

Control Estadístico de la Calidad

Autor ***Armando Salvador Herrera Sánchez***

Contribución Académica:

Asignatura: Control Estadístico de la Calidad.

Los apuntes para la materia de Control Estadístico de la Calidad, aportan al perfil del Ingeniero Industrial la capacidad de analizar y determinar causas de problemas de calidad, mediante la aplicación de las herramientas estadísticas básicas del control de la calidad, llevar a cabo una toma de decisiones oportuna y asertiva para lograr la mejora continua tanto en las organizaciones como en sus procesos, mediante el uso y la aplicación de las herramientas estadísticas, conduzca al Ingeniero Industrial a mejorar la competitividad de la organización.

Puesto que esta materia está directamente vinculada con el desempeño profesional del Ingeniero Industrial y se apoya en competencias específicas adquiridas en asignaturas que van del segundo al cuarto semestre, se ha insertado justo a la mitad del proceso de formación del Ingeniero Industrial. De manera particular lo trabajado en esta asignatura se apoya en competencias adquiridas a partir de la mejora continua en los procesos, de igual manera se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso, se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de cuáles de estos son relevantes y elabore supuestos a partir de su análisis.

Dedicatoria:

A mi esposa Maribel, gracias por compartir juntos el camino de la Vida.

A mis hijas Paty,Berenice,Jazmin y Kiara . Estrellas de felicidad en mi Galaxia.

A mi nieto Antonio Armando. Trascender a través del Cosmos.

Índice.

Introducción:

Unidad 1: **Teoría general y herramientas básicas.**

1.1. Conceptos e importancia de la Calidad…… 7

1.2. Costos de Calidad…… 9

1.3. Cadena Cliente-Proveedor…… 11

1.4. Recolección de datos…… 13

1.5. Herramientas administrativas……15

1.5.1. Diagrama afinidad…… 15

1.5.2. Diagrama de relaciones…… 17

1.5.3. Diagrama de árbol…… 19

1.5.4. Diagrama matricial…… 20

1.5.5. Diagrama de flujo……... 22

1.5.6. Tormenta de ideas…… 24

1.5.7. Porque- por qué…… 26

1.5.8. Como-como…… 27

1.5.9. W una H…… 29

1.6. Herramientas estadísticas…… 32

1.6.1. Hojas de verificación…… 34

1.6.2. Diagrama de Pareto…… 37

1.6.3. Diagrama Causa-Efecto…… 42

1.6.4. Histograma…… 45

1.6.5. Diagrama de Dispersión…… 50

1.6.6. Estratificación…… 54

1.7. Habilidad y Capacidad del proceso…… 56

Unidad 2: **Gráficas de Control para Variables……** 64

2.1. Conceptos generales y principios del CEP…… 66

2.2. Elaboración e interpretación de gráficas para variables…… 69

2.2.1. Gráfico X-R…… 69

2.2.2. Gráfico X-S…….. 82

2.2.3. Gráfico X de individuales…… 89

2.3. Capacidad de proceso, Cp, Cpk, y Cpm…… 92

Unidad 3: **Gráficas de Control para Atributos……** 100

3.1. Conceptos generales de Atributos…… 102

3.2. Elaboración e interpretación de gráficas para Atributos…… 103

3.2.1. Gráfico p…… 103

3.2.2. Gráfico np…… 112

3.2.3. Gráfico c…… 117

3.2.4. Gráfico u …… 118

3.3. Capacidad de proceso…… 119

Unidad 4: **Planes de Muestreo de Aceptación……** 123

4.1. Conceptos Básicos del Muestreo de Aceptación…… 125

4.2. Uso de Tablas de Muestreo (MIL-STD, 414, 105D y DODGE ROMING).129

4.2.1. Plan de muestreo de Aceptación por atributos…… 130

4.2.2. Plan de muestreo de aceptación por variables…… 137

Índice de figuras.

Unidad 1

Fig.1 Diagrama de Afinidad…… 17

Fig.2 Diagrama de Relación……... 18

Fig.3 Diagrama de Árbol…… 20

Fig.4 Matriz tipo L…… 21

Fig.5 Matriz tipo T…… 21

Fig.6 Matriz tipo Y…… 21

Fig.7 Matriz tipo X…… 22

Fig.8 Símbolos Diagrama de Flujo –ASME…….. 23

Fig.9 Diagrama de Flujo de Procesos…… 24

Fig.10 Diagrama Como-Como…… 28

Fig.11 Diagrama W una H……... 31

Fig.12 Guerrero Benkei…… 34

Fig.13 Hoja de Inspección…… 35

Fig. 14 Hoja de Verificación…… 36

Fig.15 Diagrama de Pareto…… 39

Fig.16 Diagrama de Pareto Vitales / Triviales…… 39

Fig.17 Diagrama Causa – Efecto…… 43

Fig.18 Diagrama causa – Efecto Llamadas Telefónicas…… 43

Fig.19 Histograma…… 46

Fig.20 Histograma con especificación…… 47

Fig.21 Diagrama Dispersión Negativa…… 51

Fig.22 Diagrama Dispersión Positiva…… 51

Fig.23 Diagrama de Estratificación…… 55

Fig.24 Capacidad del Proceso…… 57

Unidad 2

Fig.25 Grafica Fuera de Control CEP…… 67

Fig.26 Grafica Bajo Control CEP…… 68

Fig.27 Diferencias entre Limites de Control y las Especificaciones…… 68

Fig.28 Grafica X – R…… 71

Fig.29 Proceso Bajo Control…… 72

Fig.30 Señales Fuera de Control…… 73

Fig.31 Grafica de Tendencias…… 74

Fig.32 Diagrama de Flujo Graficas de Control X – R…… 75

Fig.33 Diagrama de Flujo Graficas de Variables y Atributos…… 76

Fig.34 Grafica X – S…… 83

Fig.35 Grafica Xi – RM…… 90

Fig.36 Capacidad de Proceso…… 93

Fig.37 Relación Cp y Cpk…… 94

Unidad 3

Fig.38 Clasificación de Graficas por Atributos…… 103

Fig.39 Tabla de Formulas por Atributos…… 106

Fig.40 Grafica de Control " P "…… 107

Fig.41 Grafica de Control " NP"…… 112

Fig.42 Grafica de Control "C"…… 117

Fig.43 Grafica de Control " U"…… 118

Fig 44 Grafica de Control "P" (capacidad de proceso)…… 119

Unidad 4

Fig.45 Reglas de Cambio Planes de Inspección MIL- STD 105E

(ANSI/ASQ Z 1.4)…… 133

Índice de Anexos.

Anexo 1: Solución Ejercicio Propuesto (2) Histograma…….143

Anexo 2 : Solución Ejercicio Propuesto (2) Dispersión……144

Anexo 3 :Método Deming ,Solución de Problemas……145

Anexo 4: Tabla de Constantes de graficas de Control por Variables…….. 148

Anexo 5: Formato para Graficas de Variables……150

Anexo 6: Tabla de valores " Z"……152

Anexo 7: Tabla Relación de Valores , Sigma, Cpk, PPM ,%..... 153

Anexo 8: Solución Ejercicio Propuesto (2) Grafica X – R……154

Anexo 9: Solución Ejercicio Propuesto (1) Grafica Xi – RM……157

Anexo 10: Solución Ejercicio Propuesto (2) Grafica "P"…… 160

Anexo 11: Solución Ejercicio Propuesto (2) grafica "NP"…….. 162

Anexo 12: Formato para Graficas de Atributos…….. 164

Anexo 13: Tablas para Muestreo por Atributos

(Mil – Std 105E ANSI / ASQ Z 1.4)……..165

Anexo 14: Tabla de Muestreo por Variables MIL-STD- 414 (ANSI Z 1.9)…....179

Anexo 15: Soluciones Ejercicios Propuestos para Muestreo por Atributos

(Mil – Std 105E ANSI / ASQ Z 1.4)…….....181

Referencia Bibliográficas ……..…183

Introducción:

En base a la experiencia adquirida en la industria Maquiladora de Baja California por más de 30 años en empresas como Sony ,Phillips , Schlage, Componentes de la mesa, Panasonic ,Hitachi, Levimex ,Grupo Industrial Baca, Forestal Lara y demás empresas micro y pequeña , les puedo decir que el control estadístico de la calidad, no es una asignatura teórica ,al contrario, en cada unidad el estudiante tiene la capacidad de aplicar los conocimientos en cualquier empresa.

Formando equipos de trabajo en todas las áreas de una empresa para solucionar problemas. Recordar que siempre hay una mejor manera de realizar las actividades.

Es muy común encontrar equipos especialmente en los ámbitos laborales, donde grupos de personas integrados principalmente por operadores, jefes de línea, supervisores, técnicos, inspectores e ingenieros, establecen objetivos específicos comunes.

El objetivo de esta modalidad es reunir las capacidades, inteligencias, ideas y destrezas de cada empleado al servicio de una tarea o actividad.

Contar con un buen equipo multidisciplinario es esencial para alcanzar un alto rendimiento en cualquier proyecto. Al apoyarnos en otras personas, podemos hacer cada tarea más rápido, llegar más lejos y tener más impacto.

Siguiendo el equipo de trabajo una metodología de mejora continua para identificar, analizar, mejorar, controlar y estandarizar como circulo Deming, 8’Ds, seis sigma o alguna otra.

Combinado las herramientas básicas en cada paso son de mucha utilidad para mejorar los productos y/o servicios. Siempre buscando la satisfacción de los clientes, la competitividad de las organizaciones para así crecer a nivel de excelencia.

El control estadístico del proceso (CEP), en ingles Statistical process control (SPC) es una poderosa herramienta para controlar la variación de los procesos de manufactura ,donde el estudiante puede implementar las gráficas de control por variables y/o por atributos; Permitiendo detectar las causas de la variación antes de manufacturar productos o proporcionar servicios fuera de las especificaciones.

Por otro lado, los planes de muestreo de aceptación se utilizan ampliamente en la industria, inspeccionando en las entradas los componentes y materias primas, inspeccionando en las operaciones, inspeccionando materiales en proceso, inspeccionando materiales en almacenamiento o procesos administrativos; Aplicando los planes de aceptación por atributos y/o variables de manera eficaz.

Estos apuntes tienen como finalidad de apoyar al estudiante de la asignatura de Control Estadístico de la Calidad de la carrera de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México, ya que contienen la totalidad de los temas del programa oficial de la asignatura.

El estudiante encontrará una secuencia lógica que lo llevará a revisar los conceptos clave, la metodología de solución de problemas para cada tema, ejercicios prácticos resueltos a manera de ejemplos, casos de estudio y aplicación de software que le permita optimizar los recursos y mejorar su aprendizaje a través de las competencias adquiridas durante el curso.

Unidad 1

Teoría General

Y

Herramientas Básicas

Competencias Genéricas		
Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica • Conocimientos sobre el área de estudio de la profesión • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente • Habilidades para buscar, procesar, y analizar información procedente de diversas fuentes • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad para tomar decisiones y solución de problemas • Compromiso con la calidad		
Competencias Especificas	**Actividades de Aprendizaje**	**Evaluación por competencias**
• Conoce los conceptos empleados en la Calidad. • Usa Herramientas Administrativas para lograr el involucramiento de los participantes en las actividades de un proceso. • Aplica las herramientas básicas de calidad para identificar las fallas, estabilizar y reducir la variabilidad en los procesos y productos.	• Investiga y elabora mapas conceptuales y líneas de tiempo, buscando en distintas fuentes de información el origen, la evolución, los conceptos e importancia de la calidad y presentarlo al grupo. • Resuelve problemas reales de calidad en las empresas mediante la aplicación de las herramientas básicas. Aplica software para la elaboración de las herramientas de la calidad con el propósito de controlar procesos.	• Tareas de investigación. • Participación y exposiciones. • Examen escrito. • Portafolio de evidencias. • Rubricas. • Ejercicios propuestos. • Resolución de casos reales

Unidad 1:

Teoría general y herramientas básicas.

Evolución de la calidad:

Desde los tiempos de reyes y faraones ha existido la importancia de la calidad. En el **código Hammurabi**, que data del año 2150 a. c., declara: "si un albañil construye una casa para un hombre y la casa se derrumba matando a su dueño, el albañil será condenado a muerte.

Los inspectores Fenicios tenían como norma de calidad, cortar la mano a quien hacía un producto defectuoso; Las especificaciones eran gubernamentales para aceptar o rechazar un producto. Alrededor del año 1450 a.c. **los inspectores egipcios** comprobaban las medidas de los bloques de piedra con un pedazo de cordel**. Los Mayas**, en América central, también usaron este mismo método; todas las civilizaciones antiguas daban gran importancia a la calidad.

Durante el siglo XIII empezaron a existir los primeros aprendices y los gremios.

Los artesanos se convirtieron tanto en entrenadores como en inspectores; conocían a fondo su trabajo, sus productos y a sus clientes y se empeñaban en la calidad. Con el crecimiento de la población mundial y advenimiento de la **Revolución industrial**, la producción en masa de productos se hizo posible mediante la división del trabajo, pero esto creó problemas de calidad.

El Sistema industrial moderno empezó a surgir a fines del siglo XIX, En los Estados Unidos e Inglaterra principalmente. Sin embargo, la prioridad siempre "La Producción" y no "La Calidad'. Entre 1920 y 1940 la Tecnología Industrial cambio rápidamente. La Bell System, empresa subsidiaria de la Westem Electric, estuvieron a la cabeza en el Control

de Calidad, estando como líderes **George Edwards y Walter Shewhart** donde es el papá de los papás del movimiento de la calidad. Tuvo entre sus asistentes a **Deming y a Juran**, y también trabajo al lado **de Dodge y Romig** (tablas de muestreo de aceptación).

Este enfoque reconoce que la calidad no es accidental y qué no se obtiene con desearlo simplemente. Más bien es producto de las actividades planificadas y combinadas y todas las partes organizacionales de una empresa. **Walter Shewhart** introdujo el control de la calidad estadístico, siendo él la primera persona en hablar de los aspectos filosóficos de la calidad (1924).

En 1935, **E.S, Person** desarrolló la norma BS600 para la aceptación de las muestras del material de entrada, el cual fue sucedido por la BS1008, adaptación del U. S. Z-1 estándar desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial. En 1946 se instituyó la A.S,Q.C. (**American Society for Quality Control**) Sociedad Americana de Control de Calidad. Donde actualmente es la ASQ (**American Society for Quality**).

Ese mismo año también se fundó la JUSE(Japanese Union of Scientists and Engineers) Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros, donde sus principales miembros eran **Kauru Ishikawa, Shigeo Mizuno y Tetsuichi Asaka,** donde estas tres personas dirigieron el control de calidad Japonés, incluyendo el nacimiento de los círculos de la calidad.

En 1950 **W. Edwards Deming**, uno de los más grandes Gurús de Calidad fué al Japón a impartir cursos y los convenció de que la calidad Japonesa podría convertirse en la mejor del mundo. Los japoneses aprendieron las enseñanzas del **Dr. Deming** y la calidad japonesa, la productividad y su posición competitiva se mejoraron. Es por ello que cada año se otorga **en Japón el premio "Deming**" a la excelencia en calidad.

En 1954 **Dr. Joseph Juran**, gurú de calidad, viajó al Japón a impartir cursos a administradores sobre las actividades del control de calidad. En los años cincuenta **Armand V. Feigenbaum**, gurú de calidad, fijo los principios básicos del control de calidad total, (T Q C). En 1958 **Dr. Kaoru Ishikawa**; gurú de calidad, creo el Control Total de Calidad Japonés. En los años sesentas y setentas la competencia japonesa empezó a ser una gran amenaza para las compañías estadounidenses perdiendo los mercados de la industria textil, industria pesada, industria de la electrónica y la industria de electrodomésticos principalmente. A finales de los ochenta y principios de los noventa surge la norma de Aseguramiento de calidad **IS0 9000**, que pretende formalizar los sistemas de calidad de una empresa. Pasando al siglo XXI a la fecha están las empresas orientadas a los sistemas de gestión de la calidad total o de la excelencia.

1.1 Conceptos e importancia de la Calidad:

Conceptos de la calidad:

- La calidad debe ser orientada hacia las necesidades del consumidor, presentes y futuras (**E.Deming**)
- La calidad es el juicio que tienen los clientes o usuarios sobre un producto ó servicio; es el punto en el que se sienten que sobre pasa sus necesidades y expectativas **(H Gitlow**).
- La calidad es la resultante total de las características del producto y servicio que satisfagan las esperanzas del cliente (**A. Feigenbaum**),
- Calidad adecuación para el propósito o uso (**J. Juran**).

- Calidad es la totalidad de elementos y características de un producto o servicio que le confieren su habilidad para satisfacer necesidades establecidas o implícitas (**IS0 9000**)
- La calidad es cumplir con los requisitos, cero defectos (**P. Crosby**).
- La calidad es la mínima perdida impartida por el producto a la sociedad una vez que este ha sido embarcado (**G. Taguchi**).
- Un producto o servicio de calidad es aquel que no daña a los Biomas Naturales del planeta tierra. (**Armando Herrera**)

Otros conceptos de la calidad

Antes	Actual
El operador siempre causa el no Calidad.	La no calidad es causada por la Administración.
Se aceptan algunos errores.	Cero defectos es la meta.
problemas en el producto final.	Detectar problemas en los procesos.
Calidad significa altos costos.	Calidad significa altas ganancias.
La calidad es trabajo del departamento de control de calidad.	La calidad es trabajo de todos en la empresa.
La producción es primero	La calidad es primero

Clientes satisfechos se traducen en mejores resultados financieros, una mejor imagen y un futuro más brillante. La "Calidad personal, es la base de cualquier otra calidad"; la calidad personal beneficia tanto al individuo como a su familia y sociedad en general.

1.2 Costos de Calidad:

Se llama costo de la calidad a **lo que le cuesta a la organización desarrollar la función de la calidad**, o, dicho de otro modo, lo que gasta para producir con calidad (evitando, previniendo o detectando los errores, inspeccionando los procesos, etc.), y también lo que cuestan los errores producidos.

El **objetivo** fundamental de un sistema de **costos de calidad**, es garantizar que la fabricación de un producto dado, cumpla satisfactoriamente con los requisitos preestablecidos del cliente y la sociedad, con el mínimo **costo**, contribuyendo así a maximizar los beneficios de una empresa.

El **costo** de la **calidad se** puede dividir en dos componentes: **costos** de control y **costos** por fallas de control. Los **costos** de control están relacionados a las actividades que eliminan defectos en el tren de producción. Esto puede hacerse en dos formas: mediante la prevención y la evaluación.

Los costos por fallas de control se pueden dividir en **costos** por fallas internas y **costos** por fallas externas.

Costos de Prevención: Son los costos de todas las actividades específicamente diseñadas para evitar la mala calidad en productos y servicios. Ejemplos: costos de revisión de un nuevo producto, la planificación de la calidad, estudios de capacidad del proveedor, evaluaciones de una capacidad del proceso, reuniones del equipo de mejora de la calidad, capacitación y formación para la calidad.

Costos de Evaluación: Son los costos correspondientes a la evaluación o auditoria a los productos o servicios para garantizar la conformidad con las normas de calidad y los requisitos de comportamiento. Ejemplos: los costos de inspección de recepción del

material adquirido, auditoria de producto, proceso o servicio, calibración del equipo de prueba etc.

Costos por Fallas Internas: Son los costos de fallas que tienen lugar antes de la entrega o expedición del producto, o de proveer un servicio al cliente. Ejemplos: costos de desechos, reproceso, repetición de pruebas, etc.

Costos por Fallas Externas: Son los costos que tienen lugar después de la entrega o expedición del producto, y durante o después de proveer un servicio al cliente. Ejemplos: costos de procesar las reclamaciones del cliente, devoluciones del cliente, indemnizaciones por garantía y retiradas del producto o servicio.

Costos Totales de Calidad: Es la suma de todos los costos anteriores. Representa la diferencia entre el costo real de un producto o servicio.

Las empresas invierten entre un 5% y 25% de sus costos anuales en el tema de la calidad. Medir los **costos de calidad** ayuda a determinar en dónde se están gastando grandes cantidades de recursos económicos en las empresas o negocios para reducir los gastos innecesarios.

Si se desea optimizar los gastos en un negocio y saber cuál es el costo real de un producto o servicio asumiendo que la calidad de los mismos sea la mejor, es necesaria una inyección de recursos económicos para implantar un sistema de control de los **costos de la calidad** con el firme propósito de mejorar los procesos productivos

1.3 Cadena Cliente – Proveedor:

La **cadena cliente-proveedor** se define como la relación que existe entre las personas beneficiarias de un proceso o compradores (los clientes) y las que crean las entradas o entregan el resultado de dicho proceso (los proveedores).

Es también aquella donde el cliente tenga la certeza de que el bien o servicio que le sea entregado o brindado sea de excelente calidad.

Dentro de esta relación o cadena, entran todas las actividades que dan un valor añadido al producto o servicio que la empresa comercializa. Estos productos o servicios pasan por distintas fases, desde que son *inputs* o entradas hasta que se transforman en los definitivos *outputs* o salidas, que son el producto o servicio final que es comprado por el cliente.

Tipos de cadena cliente-proveedor

Distinguimos dos tipos de cadena cliente-proveedor:

– La **cadena cliente-proveedor externa**: es la que forman el Proveedor- Organización-Cliente. La organización puede ser cliente o proveedor, dependiendo de si recibe o suministra el producto.

– La **cadena cliente-proveedor interna**: es la que está formada por las distintas actividades de la organización. Cada una genera un resultado que a su vez lleva al empezar la actividad siguiente, y así de forma sucesiva.

Enfoque de Procesos: El siguiente proceso es tu cliente, el siguiente operador es tu cliente, la siguiente área es tu cliente ,etc. ,el proceso anterior es tu proveedor, el operador anterior es tu proveedor y la área anterior es tu proveedor; cada cliente espera cero defectos por parte del proveedor para producir con **CALIDAD.**

Para Kaoru Ishikawa el objetivo fundamental de éstas relaciones es el de "mejorar la garantía de calidad y eliminar las insatisfactorias condiciones existentes entre el comprador y el proveedor", y para lograr este propósito enuncia **diez principios**:

1. Comprador y proveedor son totalmente responsables por la aplicación del Control Estadístico de la Calidad.
2. Comprador y proveedor deben ser independientes y respetar esa independencia.
3. El comprador debe suministrar información clara y adecuada sobre lo que requiere.
4. El contrato entre las partes debe contemplar: Calidad, Cantidad, Precio, Condiciones de entrega y Forma de pago.
5. El proveedor debe certificar y garantizar una Calidad satisfactoria, respaldada con datos.
6. Las partes deben previamente acordar los métodos de evaluación y ensayo.
7. El contrato debe incluir sistemas y procedimientos para la solución de discrepancias.
8. Las partes deben intercambiar la información necesaria para ejecutar un mejor Control Estadístico de la Calidad.
9. Las partes deben controlar eficientemente las actividades comerciales tales como pedidos, planeación de la producción y de los inventarios, trabajos de oficina, y sistemas, de manera que sus relaciones se mantengan sobre una base amistosa y satisfactoria.

10. Comprador y proveedor deben prestar siempre la debida atención a los intereses del consumidor(Clientes).

1.4 Recolección de Datos.

La recolección de datos es una fase necesaria previa a la realización de un **estudio estadístico**. Esto se debe a que se precisan estos datos para el procesamiento de la información y su subsiguiente interpretación.

El control estadístico de la calidad acentúa el control de hechos. Se debe contar con las evidencias, si se confía en los conceptos abstractos, experiencia o intuición para evitar juzgar erróneamente y tomar acciones equivocadas. Por lo tanto, se necesitan datos que revelen las condiciones de los productos y servicios.

Todos los días se recolectan muchos tipos de datos diferentes como calidad, cantidad, costo y seguridad para controlar la calidad de los productos, condiciones de operación, volumen producido, y el número de procesos involucrados.

También se recogen datos sobre los problemas y accidentes que pudieran ocurrir.

El propósito de estos datos es:

- Comprender la situación actual
- Ajustar el proceso
- Control del proceso
- Inspección y evaluar
- Analizar y mejorar el proceso

A menudo no se comprenden gran cantidad de datos que se recogen y el fin que persigue. A la inversa, mucho de los datos útiles no se recogen. Un buen propósito es un " dato " que tiene propósito claramente definido y cumple con el propósito deseado.

Las condiciones que deben cumplir los datos son:

1. El propósito y objeto del dato a extraer debe estar claro.
2. El historial del dato debe estar claramente definido, incluyendo:
   - ¿Qué se ha recogido?
   - ¿Por qué se ha recogido?
   - ¿Cuándo fue recogido?
   - ¿De dónde fue recogido?
   - ¿Quién lo recogió?
   - ¿Cómo y por qué método se recogió?
3. Recoger datos que relacionan la calidad y los varios factores que en ella influyen.
4. Recoger datos en forma imparcial y aleatoria del proceso o del lote.

Tipos de Datos:

Variables (Cuantitativos): Pueden clasificarse por características estadísticas tales como valores medidos y contados (magnitudes numéricas). Como peso, longitud, tiempo o temperatura, que tienen unidades definidas y en los que obtienen mediciones a través, de instrumentos de medición.

Atributos (Cualitativos): Son los valores contados no continuos como números de productos defectuosos, trabajadores ausentes, accidentes, etc. así como características visuales de un producto o servicio.

Las computadoras son idóneas para la recopilación de datos. Entre sus principales ventajas se puede mencionar una más rápida transmisión de datos, menores errores y menos costos de recopilación.

La recopilación, empleo y difusión de la información del control estadístico de la calidad se llevan a cabo de mejor manera, si la información incorpora a un sistema de administración de base de datos, este tiene vínculos con otras actividades, como el control de inventarios, compras, contabilidad y el control de producción.

La meta de la recolección de datos es entrar en acción:

Cuando se recogen datos, siempre hemos de tener algún fin en mente; siempre hemos de tener la intención de examinarlos y **entrar en acción.**

1.5 Herramientas Administrativas:

Son herramientas de dirección para: Planificar la calidad y Analizar los problemas de calidad de una forma proactiva.

En general no son originales. Son adaptaciones de herramientas clásicas de dirección, adaptadas a la gestión de la calidad. Permiten tratar tanto datos numéricos como aseveraciones verbales, por lo que se pueden utilizar en problemas de “dirección”, ya que éstos en general son más abstractos y menos cuantificables. Estas herramientas son las siguientes:

1.5.1 Diagrama de Afinidad.

El diagrama de afinidad es derivada del método KJ desarrollado por el Dr. Kawakita Jiro. Es una herramienta para aplicar en grupo y permite abordar un problema complejo y muy poco definido inicialmente. Se basa en el hecho de que muchas opiniones son afines entre sí y de que, por tanto, se pueden agrupar en torno a unas cuantas ideas generales.

Beneficios :

♣ Facilitar el pensamiento analítico y estimular nuevas ideas.

♣ Permitir que el problema sea definido con exactitud

♣ Asegurar que todos reconozcan claramente el problema.

♣ Incorporar las opiniones de todo el grupo.

♣ Fortalecer el espíritu de grupo.

El procedimiento para elaborar el diagrama de afinidad es el siguiente:

-Cada una de las opiniones se escribe en una única ficha (o bien post-it).

-Se agrupan las fichas que expresan la misma opinión.

-Se escribe en otra ficha la síntesis de las fichas que expresan opiniones semejantes sobre un mismo tema.

-Se vuelve a escribir una síntesis de las fichas del paso anterior en una única ficha, ésta contendrá la idea general de las opiniones.

Ejemplo:

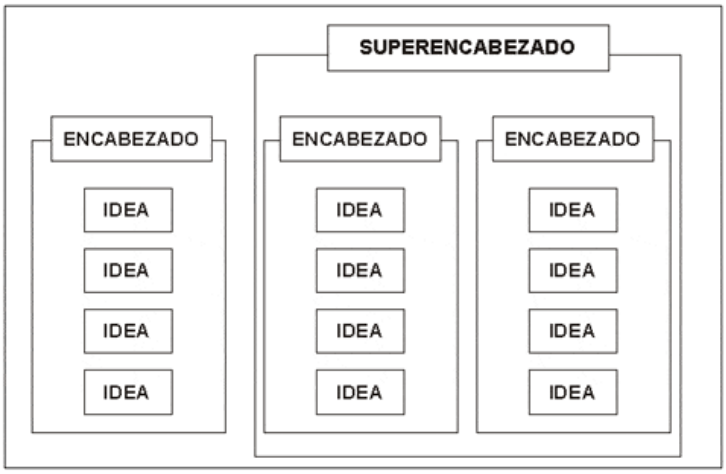


Fig. 1 Diagrama de Afinidad.

1.5.2 Diagrama de Relaciones.

El diagrama de relación se deriva de técnicas utilizadas en econometría para visualizar las relaciones causa - efecto y también en análisis de sistemas para visualizar la relación entre los diversos componentes del mismo. Aunque puede aplicarse individualmente, es una herramienta para aplicar en grupo. Permite construir un mapa con la interrelación de los distintos factores que inciden en el problema.

Por lo tanto, resulta útil para:

- Definir las conexiones lógicas que en el diagrama de afinidad están implícitas.
- Identificar las relaciones entre las diferentes causas de un problema.
- Seleccionar las causas últimas del problema.

Procedimiento de elaboración:

1. Enunciar el problema por escrito.

2. Listar las causas probables del problema, encerrar cada causa en un círculo.

3. Identificar el resultado que corresponde a cada causa, cada resultado se escribe y se encierra en un círculo.

4. Relacionar la causa con su resultado con una flecha.

5. Cuando un resultado es causa de otro resultado, se pone una flecha partiendo del resultado−causa hacia el resultado correspondiente.

Ejemplo:

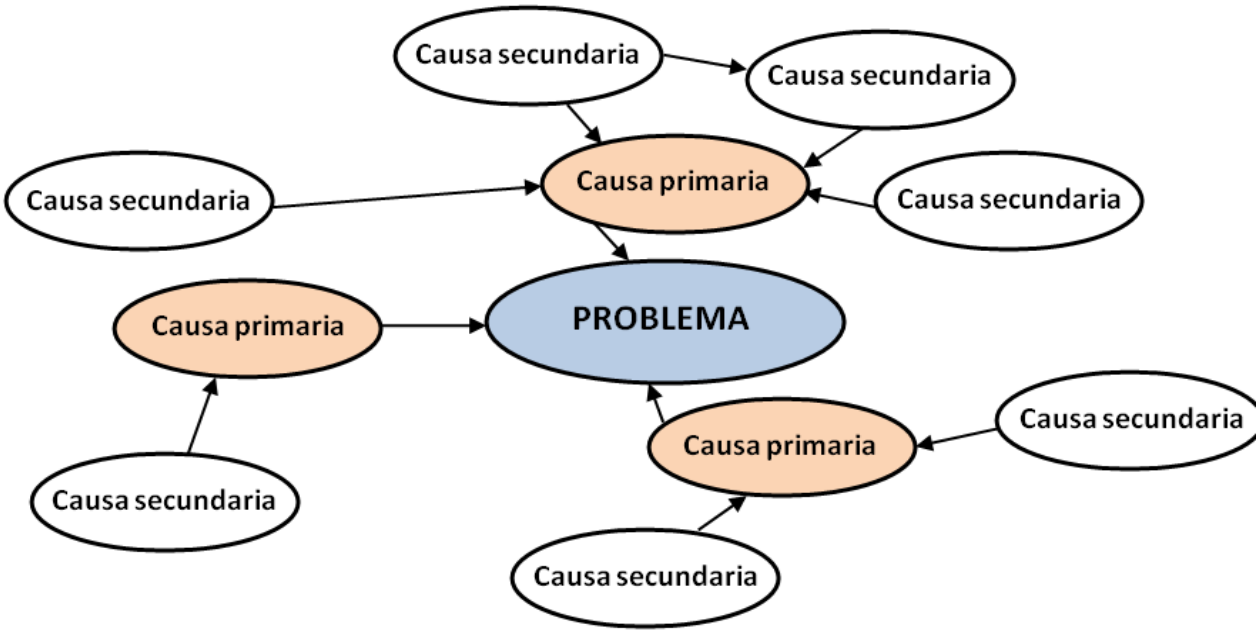


Fig.2 Diagrama de Relación.

1.5.3 Diagrama de Árbol.

Un diagrama de árbol es un método gráfico para identificar todas las partes necesarias para alcanzar algún objetivo final en mejora de la calidad, los diagramas de árbol se utilizan generalmente para identificar todas las tareas necesarias para implantar una solución. Se emplea para descomponer una meta u objetivo en una serie de actividades que deban o puedan hacerse a través de la representación gráfica de actividades

Beneficios :

- Permite obtener una visión de conjunto del objeto de estudio.
- Permite identificar los medios necesarios para alcanzar una meta o resolver un problema.
- Permite identificar las causas primarias y secundarias de un problema y asignar prioridades al momento de resolver un problema.
- Permite entender la relación causa – efecto de los problemas.
- Permite identificar los objetivos las metas de cada tarea.

Procedimiento de elaboración:

1. Enunciar claramente la meta a alcanzar y ponerla por escrito.

2. Identificar los medios para alcanzar la meta y ponerlo por escrito.

3. Dado que los medios identificados se vuelven a su vez en una meta a alcanzar se identifican después los medios para alcanzar la nueva meta y así sucesivamente.
Ejemplo:

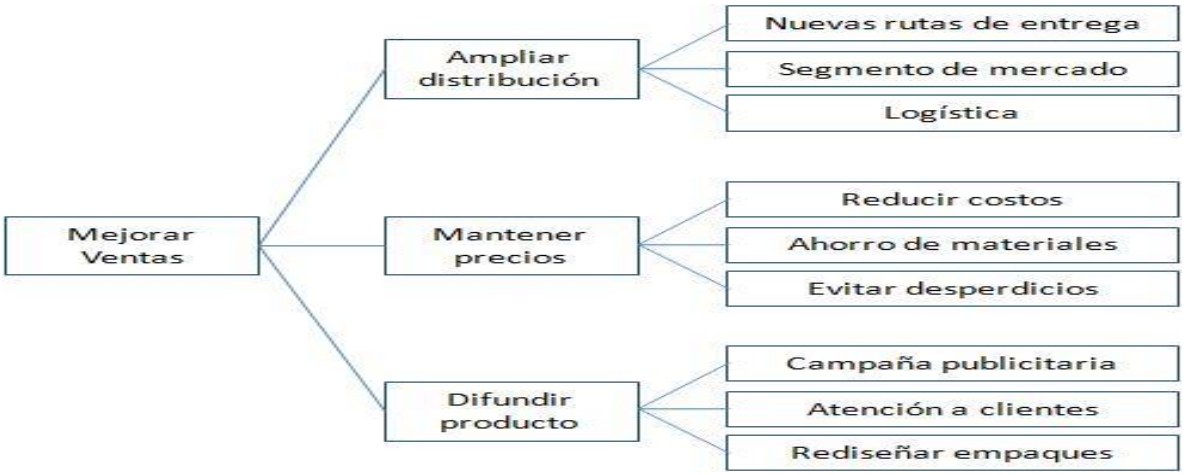


Fig. 3 Diagrama de Árbol.

1.5.4 Diagrama Matricial.

Son esquemas que permiten relacionar, mediante un sistema de columnas los diferentes elementos o factores del problema que se analiza.

Existen cuatro tipos distintos de matrices:

• **Matriz tipo L**: Relaciona dos tipos de factores. En esencia es una simple tabla.

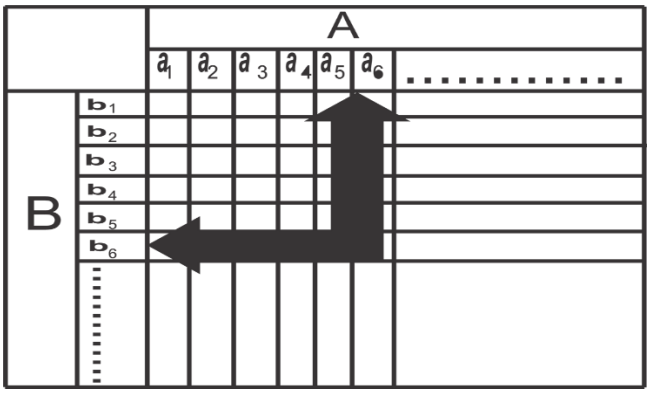


Fig.4 Matriz tipo L.

• **Matriz tipo T**: Relaciona un tipo de factor con otros dos (A vs B y A vs C). Nótese que la relación entre A y C no se indica explícitamente. Es una combinación de 2 matrices tipo L.

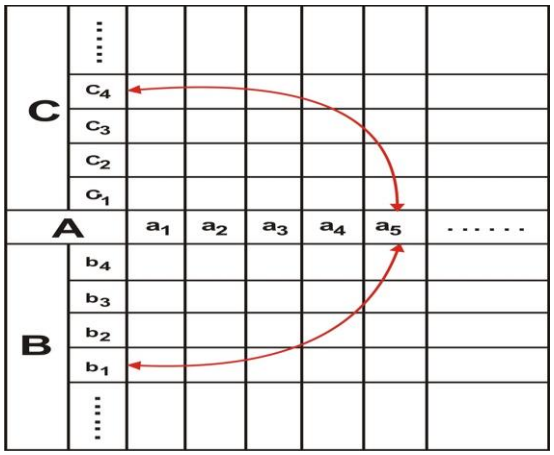


Fig.5 Matriz tipo T.

• **Matriz tipo Y**: Relaciona entre sí tres tipos de factores (A vs B, A vs C y B vs C).Es una combinación de 3 matrices tipo L.

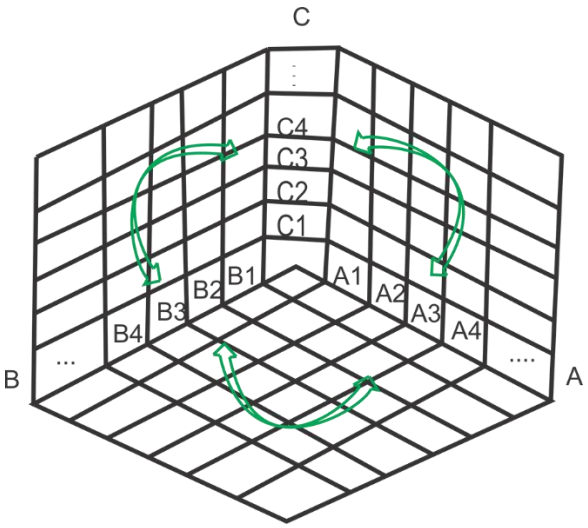


Fig. 6 Matriz tipo Y.

• **Matriz tipo X:** Relaciona entre sí cuatro tipos de factores dos a dos. Es una combinación de 4 matrices tipo L

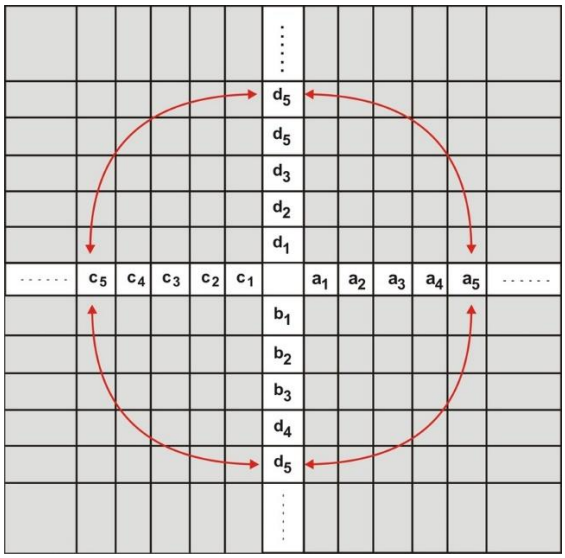


Fig.7 Matriz tipo X.

1.5.5 Diagrama de Flujo.

Es un tipo de diagrama que ilustra las relaciones entre los principales componentes de un proceso de una Empresa.

Es una efectiva herramienta para detectar costos ocultos, comúnmente generados por una mal diseños de rutas de transporte de material y excesivas inspecciones o demoras, que solo generan más gasto de operación y aportan poca o nada en el valor agregado del producto.

Por eso, estos diagramas aportan una visión global para detectar esos desperfectos de proceso y encontrar puntos de mejora que puedan reducir esos gastos innecesarios e incrementar la eficiencia y por último, la utilidad más grande, el tiempo.

6 pasos para hacer un diagrama de flujo de proceso

1. Determine los principales componentes del **proceso**. ...
2. Ordene las actividades. ...
3. Elija los símbolos correctos para cada actividad. ...
4. Haga la conexión entre las actividades. ...
5. Indique el comienzo y el final del **proceso**. ...
6. Revise su diagrama de **procesos**

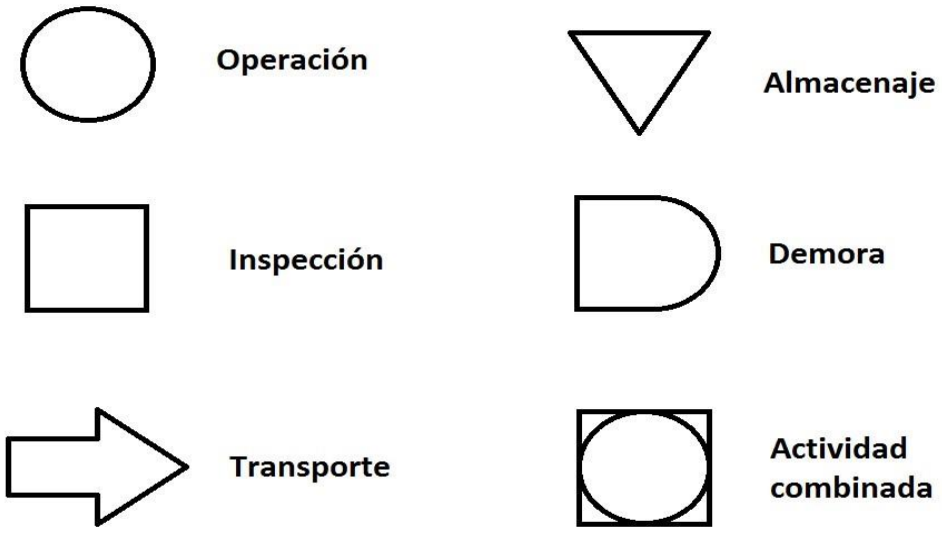


Fig. 8 Símbolos de Diagrama de Flujo ASME

Ejemplo:

pagina	1 de 1	metodo actual	x	metodo propuesto					
proceso	elaboracion perro caliente								
resumen				operación		transporte	almacenamiento	demora	inspeccion
cantidad total		12		8		2	0	1	1
tiempo total (seg)		720 seg		500		90	0	60	70
distancia total (mts)		101 metro		0		101 mts	0	0	0

	ACTIVIDADES						TIEMPO	DISTANCIA	OBSERVACIONES
1	Alistar la materia prima						1 min 10 seg		alistar y revisar el estado de la producto
2	Sacar las salchichas del empaque						5 seg		
3	Cocinar las salchichas en agua						5 min		
4	Tajar el pan						30 seg		el pan debe abrirse por la mitad sin despegarlo en su totalidad
5	Trasladar el pan hasta el horno						30 seg	1 metro	
6	Esperar hasta que el pan este dorado						1 min		
7	Poner la salchicha en medio del pan						10 seg		
8	Agregar los vegetales (cebolla)						35 seg		
9	agregar pollo y champiñon						25 seg		
10	agregar papas picada						25 seg		
11	agregar salsas						1min 10 seg		
12	Entrega final						1 min	100 metros	

Fig. 9 Diagrama de Flujo de Procesos.

1.5.6 Tormenta de Ideas.

La lluvia de ideas, también denominada tormenta de ideas, o "brainstorming", es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. La lluvia de ideas es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente creativo. El **objetivo** principal es que las **ideas** fluyan.

Cómo aplicar la Tormenta de Ideas en la práctica.

1. Calentamiento.
2. Generación de **ideas**.
3. Trabajo con las **ideas**.
4. Evaluación.
5. No abordar más de un problema a la vez. ...
6. Apostar por grupos pequeños. (4 a 7 participantes)
7. Elegir a personas que conozcan el problema pero que tengan perspectivas diferentes.
8. Duración: Hay que establecerla, se recomienda 60 – 90 minutos (10 para motivar y situar la técnica; 20-30 para generar **ideas**, y el resto para la evaluación).

Ejemplos:

1. **Problema a resolver**: Cómo debe actuar una compañía para hacer frente a la creciente demanda de un producto. La demanda de un producto superó la cantidad de artículos que la compañía puede realizar en el presente, por eso, el equipo de trabajo deberá plantear más de una solución viable.

Soluciones que surgieron en la lluvia de ideas:

- Modificar el cronograma de producción incorporando otro turno de trabajo. No es conveniente abrir nuevas fábricas, porque la demanda podría disminuir abruptamente.
- Aumentar en un 5 % el precio de venta, para hacer que el producto sea más exclusivo.

- Invertir el dinero ganado en fabricar productos similares, pero que tengan características innovadoras.

2. Problema a resolver: Qué materiales se utilizarán para fabricar unas zapatillas. En una compañía que se dedica al calzado deportivo, quieren realizar un nuevo producto, pero que incorpore materiales funcionales y distintos a los de otros modelos. Por eso, el equipo de diseño debe seleccionar cómo serán los insumos.

Soluciones que surgieron en la lluvia de ideas:

- Utilizar materiales impermeables, para que el calzado no se moje.
- Utilizar la mayor cantidad posible de materiales reciclados, para generar un impacto en el medioambiente.
- Utilizar materiales que permitan fabricar un calzado cómodo, duradero y apto para uso deportivo.

1.5.7 Porque – Porque.

El **diagrama porque - porque**, utiliza un enfoque similar para determinar la causa raíz de un problema. El diagrama porque-porque dice "Tranquilo. Antes de encontrar la solución a nuestro problema, primero encontremos **su causa raíz."** El equipo de trabajo comienza con un problema y, como el nombre lo indica, pregunta implacablemente porqué hasta que se encuentra la causa raíz o las causas, no solo la causa obvia. Cada respuesta se transforma en otra pregunta, y el ejercicio continúa hasta que el equipo no puede preguntar razonablemente otra vez porqué.

Ejemplo:

Tomando un ejemplo de la vida diaria, veamos una situación hipotética con la que todos se pueden relacionar--el refrigerador vacío.

Comienzo enunciando el **problema: Mi refrigerador está vacío. ¿Por qué?**

Porque no he comprado alimento durante el mes.

¿Por qué? Porque no he tenido suficiente tiempo o dinero.

¿Porque no tengo tiempo suficiente? Porque ocupo el tiempo en cosas menos importantes.

¿Por qué no tengo suficiente dinero? Dos respuestas--porque no gano suficiente dinero, y porque gasto lo poco que gano en las cosas menos importantes ya mencionadas.

Ahora tengo **tres causas raíces** para trabajar: Gasto tiempo y dinero en cosas innecesarias, tengo un trabajo inadecuado, y no trabajo suficientemente duro Ahora que he encontrado las causas raíces, puedo elegir cual afrontar primero. Si ésta no soluciona el problema, intentaré con alguna de las otras causas raíces

1.5.8 Como – Como.

La herramienta "Como-como", tiene cierta similitud de la de "Porque-Porque"; este esquema contiene una parte del esquema ya que ambos buscaran una posible solución o mejora a las circunstancias de la problemática que se nos presente, y poder así aplicarlas en el proceso que estemos estudiando.

A continuación se explica el método que debemos seguir para la construcción del diagrama ¿Cómo-cómo?, el cual consiste en:

1.-Un moderador debe reunir a ciertas personas que él crea son esenciales para resolver el problema.

2.-Posteriormente el moderador debe la razón de su llamado y explicar de lo que consiste el método.

3.-Ahora el equipo de trabajo elige alguna consecuencia del problema y da su punto de vista para suprimir esa consecuencia en base a la pregunta **¿Cómo?**

4.- Aquí podemos hacer uso de la herramienta de lluvia de ideas para que sea un poco más entendible esas causas.

5.-Como en la herramienta de ¿Por qué-Porque? Al igual que este esquema no se abordarán más de cinco cuestionamientos de **¿Cómo?**

6.-Ya por último se interpreta las mejoras o soluciones en equipo y posteriormente se dan las conclusiones que se obtuvieron.

Ejemplo:

	¿Cómo?	¿Cómo?
Mejorar diseño del producto	Mejorar calidad	Usar grupos de trabajo interdisciplinarios
		Usar círculos de calidad
	Hacerlo más a la moda	Usando un estudio de gustos para determinar el estilo
		Comparar con productos similares más a la moda.
	Mejorar impacto	Contratar diseñador italiano
		Usar computadoras para lograr un diseño moderno

Fig. 10 Diagrama Como – como.

1.5.9 W una H.

El método 5 W's y 1 H es una herramienta de análisis que apoya la identificación de los factores y condiciones que provocan problemas en los procesos de trabajo o la vida cotidiana.

Las 5 w's vienen del inglés, y son Who, What, Where, When, Why (quién, qué, dónde, cuándo, por qué), ésta última (why, por qué), tantas veces como sea necesario (al menos 5 veces como sugería el **Dr. Edwards Deming**) y se incluye la H, "How" (cómo).

Cuando identificamos un problema y preguntamos varias veces ¿por qué?, las respuestas nos muestran una jerarquía vertical de problemas, en donde la primera respuesta es "el gran problema" a partir del cual se pueden identificar una serie de condiciones que lo crean, y que se relacionan entre sí. Esta serie de condiciones "problema" muestran un esquema más claro de lo que es el "verdadero problema".

Who ¿Quién participa en el problema? Personas de la organización, proveedores, clientes o visitantes que están presentes o forman parte de la situación a resolver.

What ¿Qué es el problema? Delimite las características del problema

a.Materiales,

b.Humanas,

c.Logísticas,

d.Tecnológicas,

e.Financieras

f.Relación e impacto entre características,

g.Efectos ocasionados por el problema

When ¿Cuándo ocurre el problema? Identifique el momento, horario o época del año en que ocurre el problema, así como el punto en el diagrama de flujo de actividades en que sucede. Es importante identificar en el diagrama de flujo el punto en que ocurre el problema.

Where ¿Dónde ocurre el problema? define "la zona del conflicto" ya sea por su ubicación física en las instalaciones de la organización, o el proceso de trabajo del que se trate.

Why ¿Por qué ocurre el problema?, cuál es la ruta 1. ¿Por qué ocurre el problema?

Ejemplo de la aplicación de la herramienta con el problema de la merma de peso en el ganado recién llegado a la engorda (reciba):

¿Qué problema se tiene? **What**	La merma en kilogramos (Peso de Llegada contra Peso de Origen) excede el plan de producción.
¿Dónde Ocurre el Problema? **Where**	Con TODAS jaulas de ganado provenientes del estado de Guerrero y aún más, cuando el ganado viene del centro de acopio de Don Bernardo.
¿Cuándo ocurre el problema? **When**	A partir de los meses de lluvias (junio a octubre)
¿Quién es el responsable? **Who**	Es probable que las condiciones de los centros de acopio no estén cumpliendo con los conceptos requeridos de Bienestar Animal.
¿Cómo ocurre? **How**	No se cumplen con los horarios de embarque y, por lo tanto, las horas del transporte. Dice el chofer de la jaula que es difícil embarcar el ganado por la gran cantidad de lodo que hay en los corrales de acopio; por este retraso y las condiciones de los caminos, los animales llegan muy deshidratados
¿Por qué es el problema? **Why**	El proveedor del ganado no acondicionó los corrales ni los caminos para esta temporada de lluvias.
¿Por qué no acondicionó los corrales?	**Primer "por qué" apoyado en la respuesta.** No se acondicionaron porque los materiales no llegaron a tiempo, se pidieron desde el mes de abril y no me han llegado (respuesta de Don Bernardo)
¿Por qué los materiales no llegaron a tiempo?	**Segundo "por qué" apoyado en la respuesta** El proveedor dice que los materiales vienen desde la capital y que el pedido les llegó tarde a ellos (abril) y, a su vez, tuvieron que pedirlo a la capital.
¿Por qué no se preguntó el tiempo de respuesta del proveedor?	**Tercer "por qué" apoyado en la respuesta** No había un responsable de esas actividades y éstas se iban atendiendo a como se presentaban.
¿Por qué nadie se responsabilizó de dar seguimiento?	**Cuarto "por qué" apoyado en la respuesta** Renunció el encargado y yo me tuve que hacer cargo de todas las actividades.

Fig. 11 Diagrama W una H.

1.6 Herramientas Estadísticas.

La leyenda del guerrero Benkei y el origen de las 7 herramientas básicas de la calidad.

El gran maestro **Kaoru Ishikawa** compiló las herramientas básicas ,inspirado en el guerrero Benkei.

Para empezar, “la historia detrás de la historia” de por qué siete, y no ocho, o setenta:

“El término ‘Siete Herramientas del Control Estadístico de la Calidad’ recibe su nombre de las siete armas del famoso guerrero, Benkei.

Este monje guerrero poseía siete armas, que usaba para ganar todas sus batallas.

Similarmente**, Kaoru Ishikawa** encontró que se podría resolver el 95% de todos los problemas a su alrededor si usa sabiamente las siete herramientas del control Estadístico de la calidad.”

Listemos las siete herramientas para estar claros, y luego hablemos un poco sobre Benkei:

• Histograma

• Diagrama de Causa y Efecto

• Hoja de Verificación

• Diagrama de Pareto

• Diagrama de Flujo

• Diagrama de dispersión

• Gráficos de Control

Verdaderamente las “Naciones Unidas” de la solución de problemas con herramientas japonesas, inglesas, italianas, de Estados Unidos, y si estiramos liberalmente la historia hasta griegas.

El guerrero Benkei y sus siete armas: Musashibo Benkei (1155 – 1189) fue un guerrero monje japonés, conocido por su gran estatura, su lealtad y honor.

Entrenado desde pequeño como monje budista, Benkei probablemente aprendió el uso de la naginata, un asta con un afilado cuchillo al final. La naginata requería de mucho entrenamiento y habilidad.

Cuando Benkei salió del monasterio se colocó en el puente Gojo (Goyobashi) en Kyoto, donde venció a 999 guerreros y coleccionó 999 espadas, hasta que fue derrotado por Minamoto no Yoshitsune en su duelo número mil.

Benkei murió peleando con trecientos soldados y su cuerpo permaneció de pie hasta mucho después de la batalla, nadie se atrevía a acercarse al guerrero cubierto de flechas y heridas. El éxito de Benkei estaba en el uso maestro de sus siete armas. Saber escoger el arma adecuada y usarla con honor y sabiduría era el secreto del éxito del enorme guerrero.

A continuación la lista de las siete armas del guerrero Benkei:

• Masakari – Hacha

• Kumade – Asta larga con varios ganchos al final

• Naginata – Asta con un afilado cuchillo al final

• Hizuchi – Una forma de mazo de madera

• Nokogiri – Una forma de serrucho

• Tetsubo – Un palo largo de hierro o acero con con picos

• Sasumata – Larga como una lanza con forma de tenedor al fina.

Fig. 12 Guerrero Benkei.

Así como Benkei creó fama y temor entre sus contemporáneos con su dominio de sus siete armas, así nosotros los de calidad y mejora continua debemos hacernos un campo en nuestras empresas por el uso ordenado y metódico de nuestras siete herramientas. Usémoslas siempre con sabiduría y honor (K.Ishikawa).

1.6.1 Hojas de verificación.

También se le conoce como hoja de toma de datos, hoja de cuenta, hoja de comprobación, hoja de chequeo . Ninguna otra de nuestras herramientas puede presumir de tantísima longevidad con sus aproximadamente treinta y cinco mil años de existencia.

Una hoja de verificación es un formato prediseñado para la recolección estructurada de datos. Se puede adaptar a gran cantidad de usos más allá de recolectar datos, principalmente como “check list” para actividades, proyectos e instrucciones de trabajo.

Se usa para:

• Recolectar mediciones de forma estructurada.

• Recolectar frecuencias de defectos y otros problemas.

• Recolectar datos sobre la localización de defectos y problemas de calidad

. • Como lista de chequeo (check list) para dar seguimiento a una serie de actividades.

Ejemplos:

DEFECTO	DIA 1	2	3	4	TOTAL
Tamaño erróneo	IIIII I	IIIII	IIIII III	IIIII II	26
Forma errónea	I	III	III	II	9
Depto. Equivocado	IIIII	I	I	I	8
Peso erróneo	IIIII IIIII I	IIIII III	IIIII III	IIIII IIIII	37
Mal Acabado	II	III	I	I	7
TOTAL	25	20	21	21	87

Fig. 13 Hoja de Inspección.

LISTA DE CHEQUEO:
CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS FABRICADOS

Ítem/s inspeccionado/s:	Fecha:
Puntos chequeados: 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	Inspector:

1. Componentes usados	
¿Los componentes usados son correctos?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Se poseen los registros de recepción de los componentes?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
Código de los informes de recpción:	

2. Actividades realizadas	
¿Se siguieron los procedimientos?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Se usaron las revisiones vigentes de los procedimientos?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Se rellenaron los registros y estos son correctos?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A

3. Incidencias	
¿Producto final conforme?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Existe alguna incidencia relacionada?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
Código incidencias relacionadas:	

4. Tiempos de producción	
¿Existieron retrasos en la fabricación?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Hubo máquinas indisponibles?	☐ SI ☐ NO ☐ N/P

5. Entrega y logística	
¿Producto correctamente identificado?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Producto conforme a las especificaciones del cliente?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A

Observaciones

NOTA: N/A = No aplicable. N/P = No presenciado.

Fig. 14 Hoja de Verificación (check list).

1.6.2 Diagrama de Pareto.

El precursor del diagrama fue **Wilfredo Pareto** (1848 – 1923), nacido en Francia, de nacionalidad italiana, fue un brillante ingeniero, sociólogo, economista, científico político y filósofo;

Fue **Joseph Juran** quien propuso usar el "**principio de Pareto**" para trabajar sobre los principales problemas de calidad y sus causas.

El **diagrama de Pareto** en un gráfico de barras ordenadas de mayor a menor. Las barras representan frecuencias o costos de categorías que tienen un significado determinado, por ejemplo, errores, quejas, defectos, departamentos, tipos de productos, etc.

El gráfico de barras presenta una escala numérica absoluta y en una segunda escala se presenta una línea de porcentaje acumulado.

Típicamente se relaciona al **Pareto con la regla 80/20** (80% de los problemas provienen de 20% de las causas, el 80% de las ventas proviene de 20% de los productos, etc.).

Sin embargo **la regla 80/20** es solamente una referencia que hace énfasis en lo que **Joseph Juran** llamaba los pocos vitales y muchos triviales, siempre habrá unas pocas categorías que acumularán la mayoría del porcentaje total.

Entre los principales **usos del diagrama de Pareto** están:

- Cuando se quiere descubrir cuáles son los principales problemas de calidad.
- Cuando se quiere descubrir cuáles son las principales causas de los problemas.
- Cuando se quiere estudiar cuáles son los mayores contribuyentes al costo.

Para hacer un **Pareto** siga los siguientes **pasos**:

1- Decida sobre la categoría que utilizará para acumular los datos.

2- Decida cuales mediciones son apropiadas. Lo más común es usar frecuencias, costos y tiempo.

3- Decida sobre el período de tiempo que usará, ¿una semana?, ¿un mes?, ¿un año?

4- Recolecte los datos o recopílelos de datos ya existentes.

5- Determine el total para cada categoría.

6- Ordene las categorías de mayor a menor frecuencia.

7- Calcule el porcentaje de cada categoría.

8- Haga la suma acumulada de los porcentajes. Para cada categoría sume el porcentaje de esa categoría más el acumulado de las categorías anteriores.

9- Grafique primero las barras de frecuencias por categoría (primera escala, a la izquierda).

10- Grafique luego la línea o curva **de Pareto** de porcentajes acumulados (segunda escala, a la derecha).

Ejemplos:

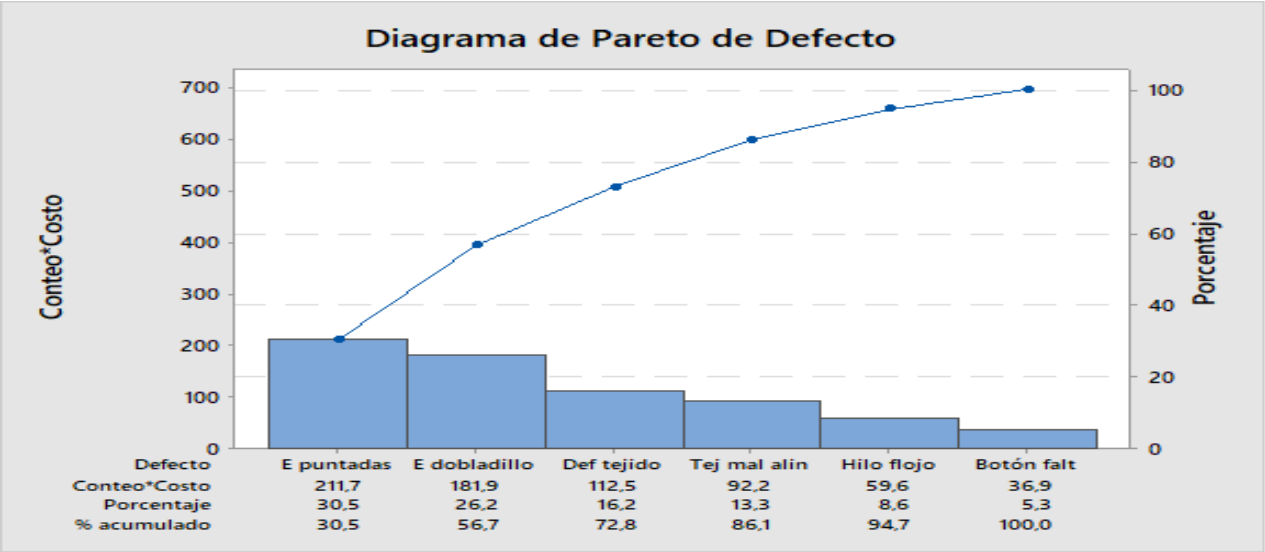


Fig. 15 Diagrama de Pareto.

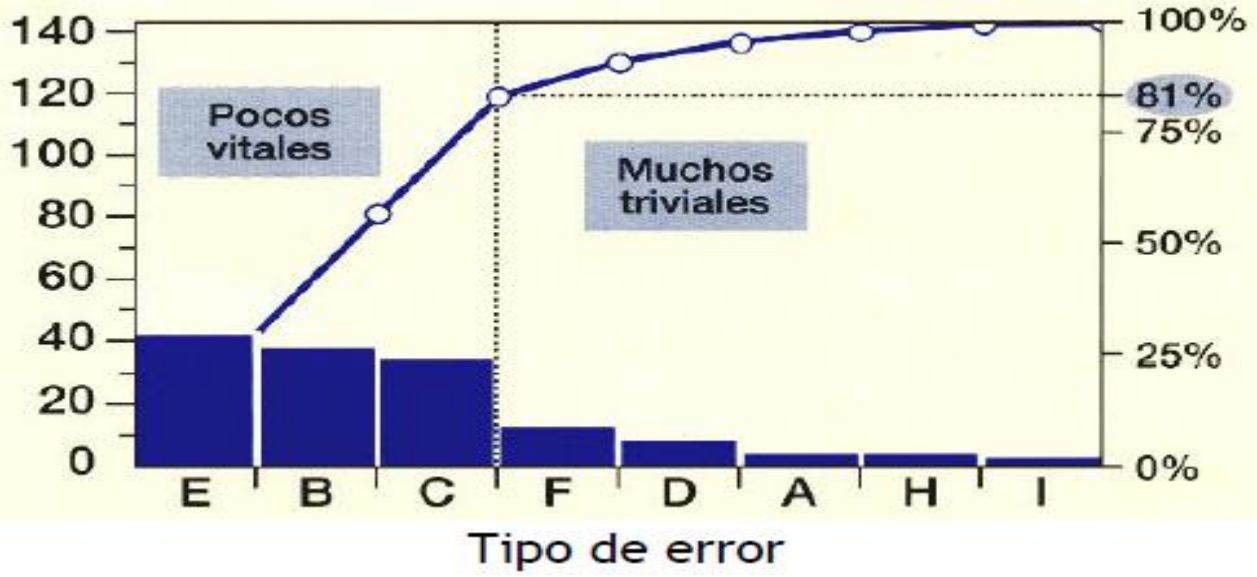


Fig. 16 Diagrama de Pareto Vitales / Triviales.

Ejercicio práctico:

1.- Empresa Hunter Custom Manufacturing – zona Industrial Baja California, se detectaron defectos en el proceso en la máquina 406, semana #006 en el turno M004.Generando desperdicio (scrap).

Analizar la situación para detectar los problemas vitales por resolver.

Elaborar un diagrama de Pareto de frecuencias, así como proporcionar conclusiones.

Datos maquina #406:

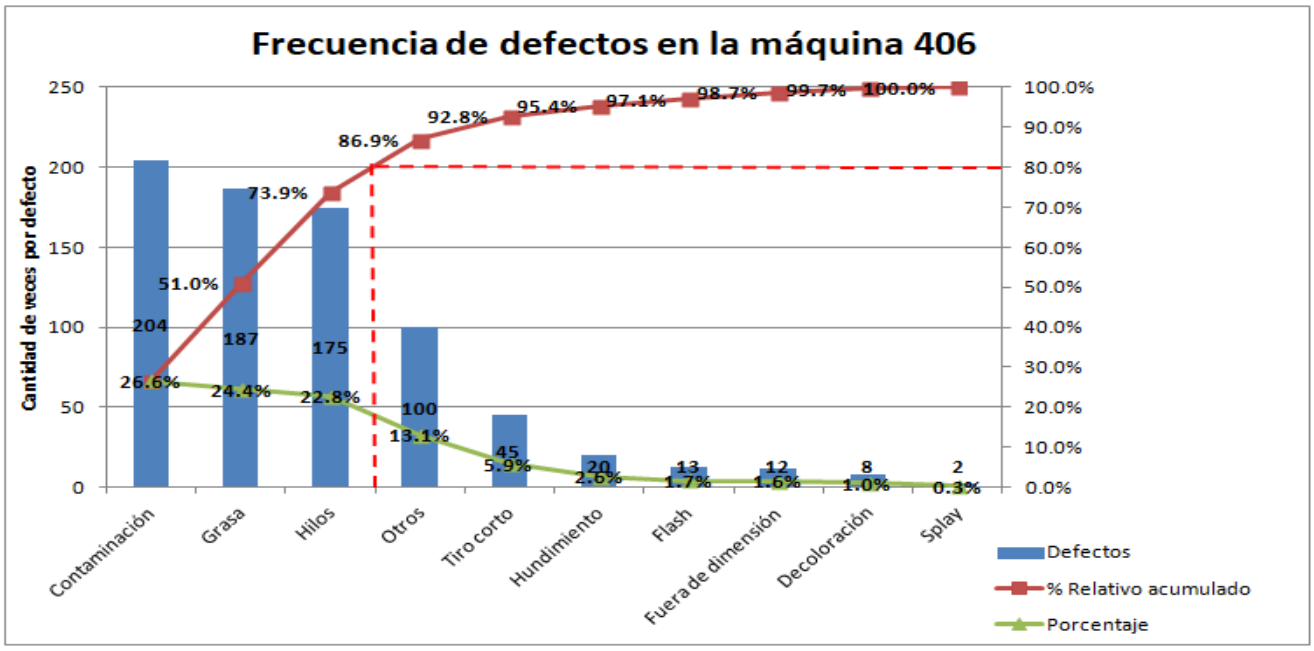
Hoja de Inspección:

Defectos	Cantidad
Decoloración	8
Tiro Corto	45
Hilos	175
Fuera de Dimensión	12
Grasa	187
Splay	2
Otros	100
Contaminación	204
Hundimiento	20
Flash	13

Tabla de Pareto:

Defectos	Cantidad	Porcentaje	% Relativo acumulado
Contaminación	204	26.6%	26.6%
Grasa	187	24.4%	51.0%
Hilos	175	22.8%	73.9%
Otros	100	13.1%	86.9%
Tiro corto	45	5.9%	92.8%
Hundimiento	20	2.6%	95.4%
Flash	13	1.7%	97.1%
Fuera de dimensión	12	1.6%	98.7%
Decoloración	8	1.0%	99.7%
Splay	2	0.3%	100.0%
Total	766	100.0%	

Grafica de Pareto de Frecuencia:



Conclusiones:

Con la herramienta de Pareto podemos determinar que en la semana #006, del turno M004 y la máquina 406, arrojó la mayor cantidad de scrap por los defectos encontrados: Donde los defectos vitales a resolver son tres : Contaminación, Grasa e Hilos. Aunque construir un Pareto es bastante sencillo existen muchos recursos para su construcción automática. Una plantilla en Excel disponible en la página de la American Society for Quality. Una búsqueda en internet dará como resultado decenas de estas plantillas. Recursos más elaborados incluyen software estadístico y de control de calidad como StatSolver, JMP, Minitab y demás de amplio uso.

1.6.3 Diagrama de Causa – Efecto.

Una herramienta, muchos nombres, diagrama de causa y efecto, diagrama **de Ishikawa**, diagrama de espina de pescado. Y un dúo padre e hijo que cambió la historia de la calidad en Japón y en el mundo.

El diagrama de Causa - Efecto ayuda a identificar las posibles causas de un problema de forma ordenada y estructurada. Se usa para:

• Identificar las posibles causas de un problema.

• Ordenar las posibles causas en categorías.

• Documentar de manera rápida las causas.

Pasos para hacer un diagrama de Causa - Efecto:

1- Póngase de acuerdo en la definición del problema (efecto).

2- Escriba el problema en el rectángulo de la derecha.

3- Haga una tormenta de ideas sobre las categorías principales del problema.

Use las categorías genéricas si se le dificulta iniciar:

Para manufactura use las 5 Ms : • Material • Máquina • Mano de Obra • Método • Medio Ambiente.

Para servicios use las 4 Ps: • Procesos • Políticas • Personal • Planta.

4- Para cada categoría hágase la pregunta ¿Por qué pasa esto (el efecto)? Y escriba las ideas como ramas de la categoría principal.

NOTA: tratar siempre de escribir causas que puedan ser medidas y probadas o descartadas científicamente.

5- Para cada rama vuélvase a preguntar ¿Por qué pasa esto (el efecto)? Y Escriba las ideas como sub-ramas de la rama principal.

Ejemplos**:**

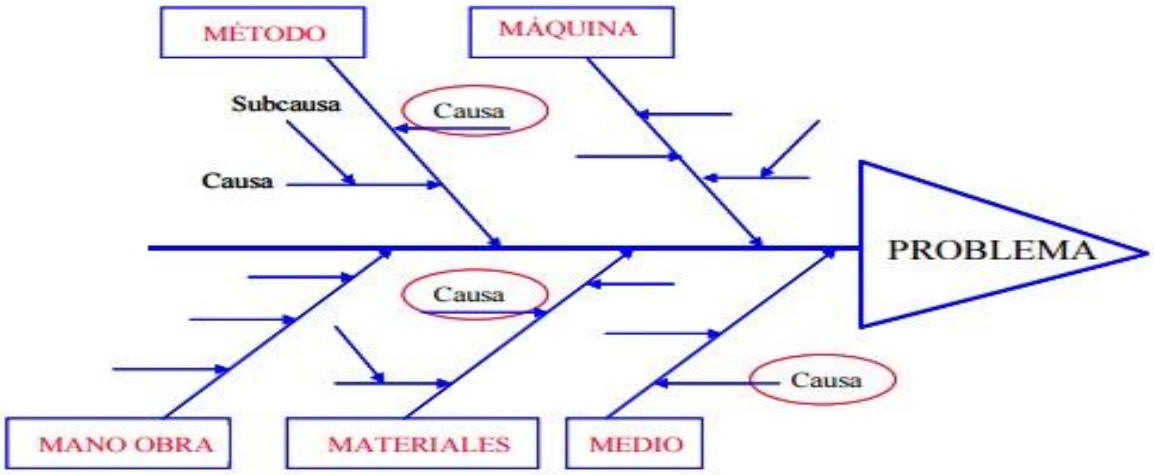


Fig. 17 Diagrama Causa - Efecto.

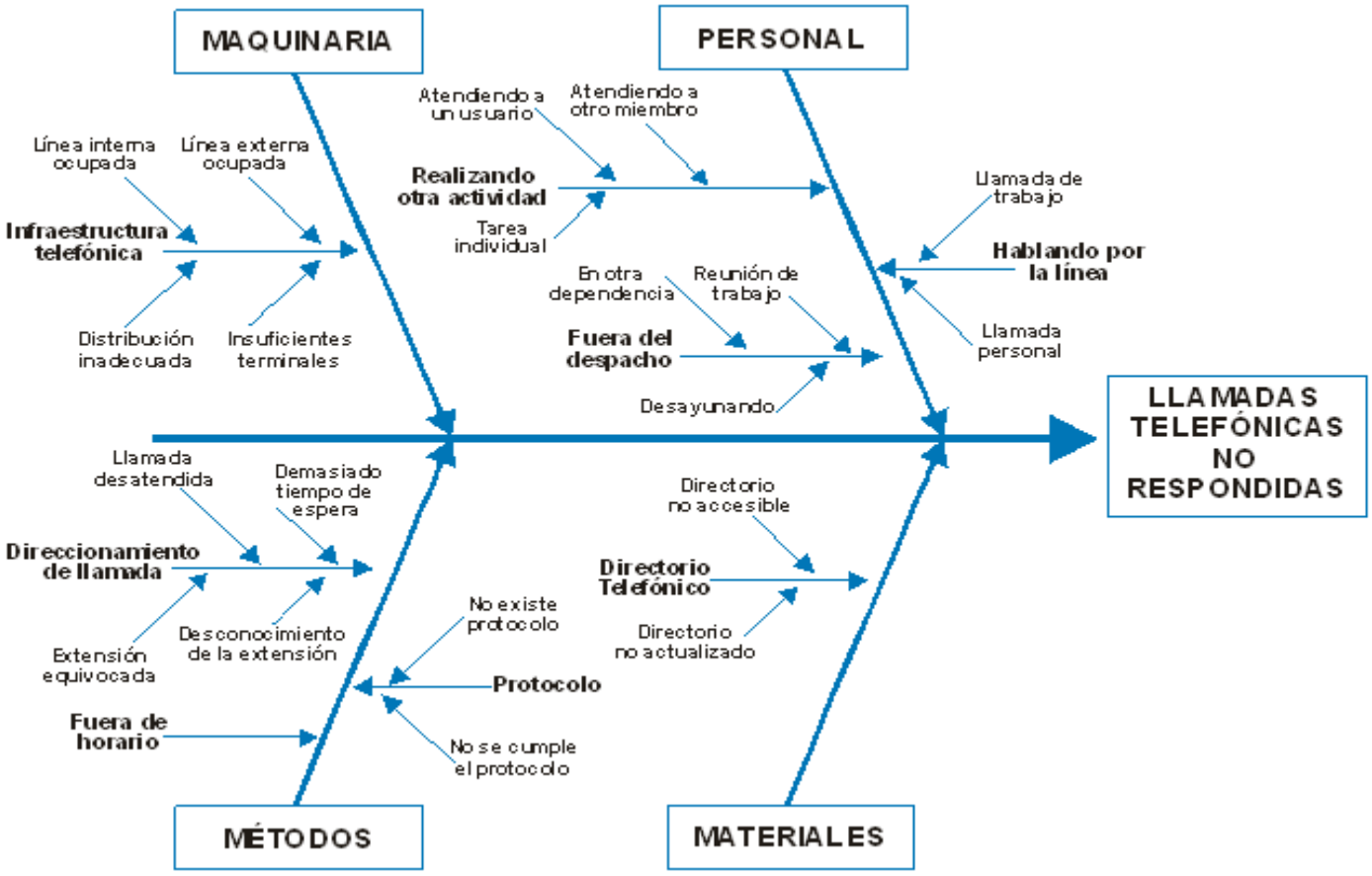


Fig.18 Diagrama de Causa - Efecto Llamadas telefónicas.

La mejor manera de construir un diagrama de Causa - Efecto es utilizar una gran pizarra blanca, o un pliego de papel, post-its y marcadores. Así se le saca más provecho a su naturaleza de tormenta de ideas.

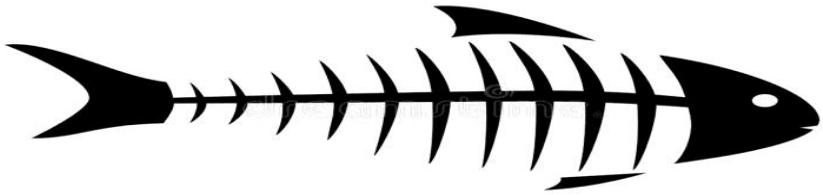
También existen gran cantidad de recursos gratis en línea como hoja de Excel de la ASQ.

El creador de esta increíble herramienta es el Dr. Kaoru Ishikawa (1915 – 1989). Ingeniero químico y doctor en ingeniería mecánica. Ishikawa ideó el diagrama en 1943 cuando le explicaba a un grupo de ingenieros de la empresa Kawasaki Steel Works como varios factores se podían ordenar e interrelacionar.

Pero el pionero de la calidad japonesa y el creador del diagrama Causa - Efecto, no son la misma persona, aunque están estrechamente relacionadas.

Kaoru simplemente siguió, casi al pie de la letra, la carrera de su padre Ichiro Ishikawa (1885 – 1970). Fue Ichiro quien convenció a los industriales japoneses de la importancia de implementar métodos y sistemas de calidad desde la alta gerencia.

Ambos fueron parte importante del desarrollo de JUSE (Japanese Union of Scientists and Engineers), organización que siempre ha sido el centro del movimiento de excelencia de Japón.



1.6.4 Histograma.

Con el histograma iniciamos el recuento de las herramientas de mayor peso estadístico. Excelente para entender si una variable importante de un proceso está dentro de especificaciones, y para visualizar la forma de la distribución de los datos.

Gracias a Inglaterra por este importante invento. El histograma muestra cuantos datos de una variable de interés ocurren en un rango específico.

Se usa para:

• Datos numéricos.

• Ver la forma de la distribución de datos, especialmente para ver si esa forma es aproximadamente normal.

• Ver si un proceso está dentro de especificaciones.

• Ver si un proceso ha cambiado en dos momentos específicos del tiempo.

• Determinar si los resultados de dos o más procesos son diferentes.

Pasos para hacer un Histograma:

1- Defina la variable en estudio y la forma de medir y recolectar los datos.

2- Recolecte al menos 50 datos que correspondan al mismo periodo de tiempo, con las mismas características, y de forma consecutiva.

3- Determine el número preliminar de barras. Ajuste el número de barras según su juicio. Nunca haga menos de 4 ni más de 20 barras.

4- Determine el número de rangos dividendo el total de datos entre en número de barras escogido. Procure utilizar un decimal más que los datos en los límites de rango para que así ningún número quede exactamente en un límite. Ajuste según sea necesario.

5- Determine el número de datos (frecuencia) que pertenece a cada celda o categoría.

6- Dibuje los límites de celda en el eje X.

7- Complete la altura de la barra con el número de datos (frecuencia) .

Nota: Puede resultar tedioso hacer los histogramas a mano. Las aplicaciones estadísticas de mayor uso como Excel, Minitab u otras, facilitan su elaboración.

Ejemplos:

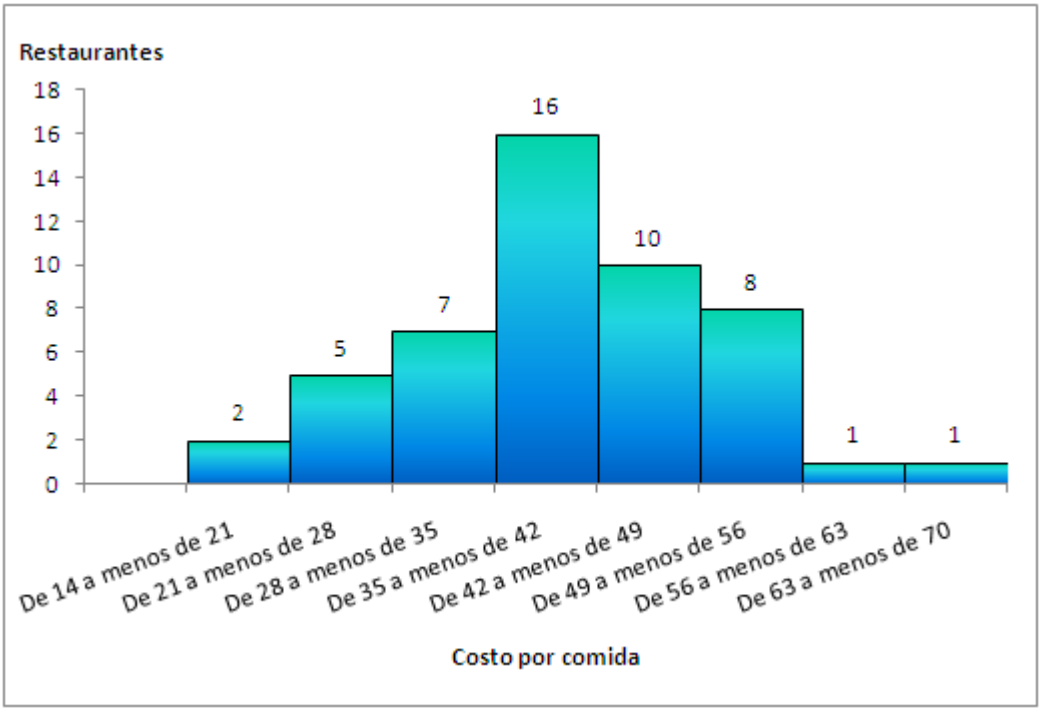


Fig. 19 Histograma.

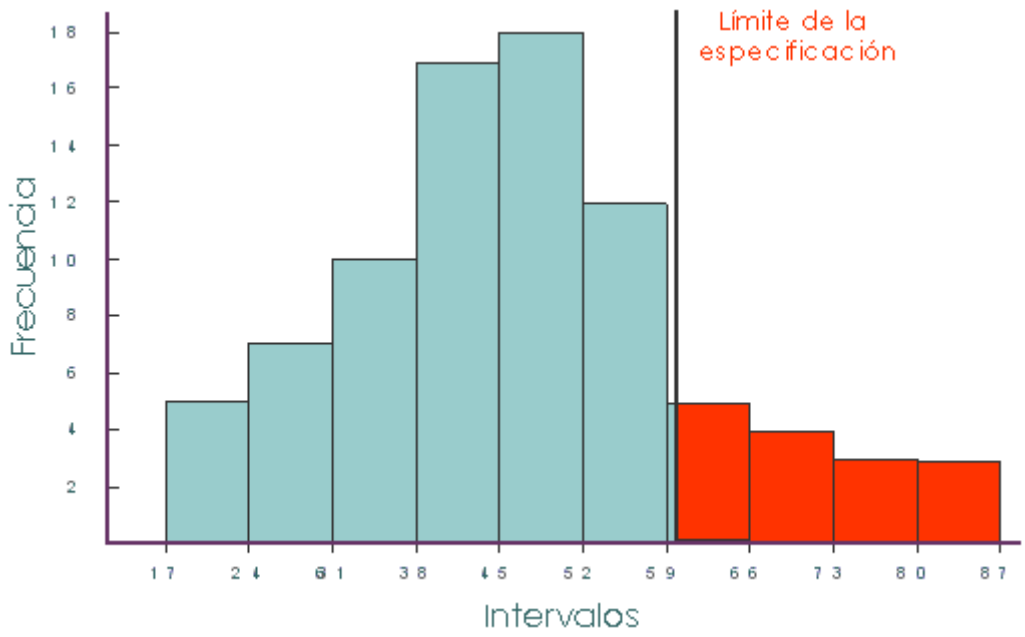


Fig. 20 Histograma con Especificación.

<u>Ejercicio práctico:</u>

1.Se presentan a continuación los siguientes datos de estaturas de una población estudiantil del Tecnológico, el cual se requiere formar un equipo deportivo con ciertas características.

Se desea elaborar un Histograma y analizar la situación.

Datos:

Dónde: K = Numero de barras Limite de especificación inferior = LEI

LEI=1.55 m **k=5**

Lecturas:

1.56	1.59	1.63	1.62	1.65
1.61	1.59	1.51	1.62	1.62
1.53	1.49	1.57	1.54	1.53
1.59	1.58	1.57	1.47	1.64
1.55	1.59	1.53	1.56	1.53
1.47	1.57	1.60	1.54	1.56
1.50	1.62	1.59	1.62	1.54
1.68	1.52	1.62	1.62	1.49
1.65	1.58	1.59	1.56	1.54
1.58	1.52	1.63	1.56	1.62

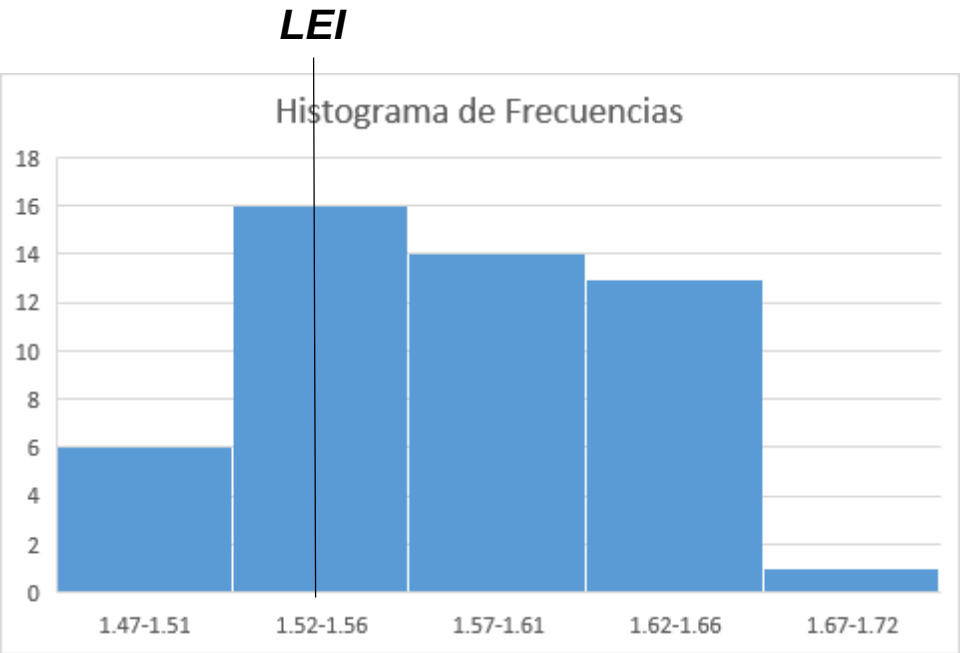
Solución:

Rango: 1.68-1.47=0.21

A=0.21/5=0.042 =0.050 **amplitud**

Tabla de frecuencias

Clase	Lim K	Frecuencia
1	1.47-1.51	6
2	1.52-1.56	16
3	1.57-1.61	14
4	1.62-1.66	13
5	1.67-1.72	1



Conclusion: Vemos que nuestras barras empiezan antes de nuestro límite inferior, por lo cual se rechaza algunos estudiantes.

Ejercicio propuesto:

2-. En la elaboración de una bebida que se desea garantizar que el porcentaje de CO_2 (gas) este entre 2.5 y 3.0. en el monitoreo del proceso se obtuvieron los siguientes 115 datos para construir el Histograma del proceso y proporcionar su análisis.

K=4 LEI= 2.5 LES=3.0

Dónde: K = Numero de barras Limite de especificación inferior = LEI
Límite de especificación superior = LES

Lecturas:

2.61	2.62	2.65	2.56	2.68	2.51	2.56	2.62	2.63	2.57	2.60	2.53
2.69	2.53	2.67	2.66	2.63	2.52	2.61	2.60	2.52	2.62	2.67	2.58
2.61	2.64	2.49	2.58	2.61	2.53	2.53	2.57	2.66	2.51	2.57	2.55
2.57	2.56	2.52	2.58	2.64	2.59	2.57	2.58	2.52	2.61	2.55	2.55
2.73	2.51	2.61	2.71	2.64	2.59	2.60	2.64	2.56	2.60	2.57	2.48
2.60	2.61	2.55	2.66	2.69	2.56	2.64	2.67	2.60	2.59	2.67	2.56
2.61	2.49	2.63	2.72	2.67	2.52	2.63	2.57	2.61	2.49	2.60	2.70
2.64	2.62	2.64	2.65	2.67	2.61	2.67	2.65	2.60	2.58	2.59	2.65
2.50	2.65	2.57	2.55	2.64	2.66	2.67	2.61	2.52	2.65	2.57	2.52
2.56	2.60	2.59	2.56	2.57	2.66	2.64					

Ver solución ***Anexo 1 :***

1.6.5 Diagrama de Dispersión.

Entre 70 y 80 porciento de los gráficos presentados en investigaciones científicas son diagramas de dispersión. Para algunos, esta herramienta en 2D (dos dimensiones) es una de las más grandes invenciones en toda la historia de la estadística. Para nosotros los ejecutores de la mejora continua, la calidad y la excelencia, es la puerta a explicar la causalidad entre variables.

El diagrama de dispersión grafica pares de datos (x,y) en una cuadrícula de dos ejes para buscar relaciones entre ambas variables. Si existe relación, los puntos seguirán la forma de una recta o una curva.

Se usa cuando:

- Se quiere establecer si existe relación entre dos variables.
- Se quiere formalizar una causa raíz mediante análisis estadístico.

Pasos para hacer un diagrama de Dispersión :

1. Recolecte mínimo 50 pares de datos (x,y) donde se sospecha que existe una relación.
2. Dibuje el diagrama colocando la variable independiente en el eje horizontal 9 (causa), y la variable dependiente en el eje vertical (efecto).
3. Para cada par de datos ponga un punto donde se interceptan x y y.
4. Busque visualmente patrones en los puntos.
5. Si los datos forman una línea o una curva obvia se puede decir que las variables están correlacionadas.

Ejemplos:

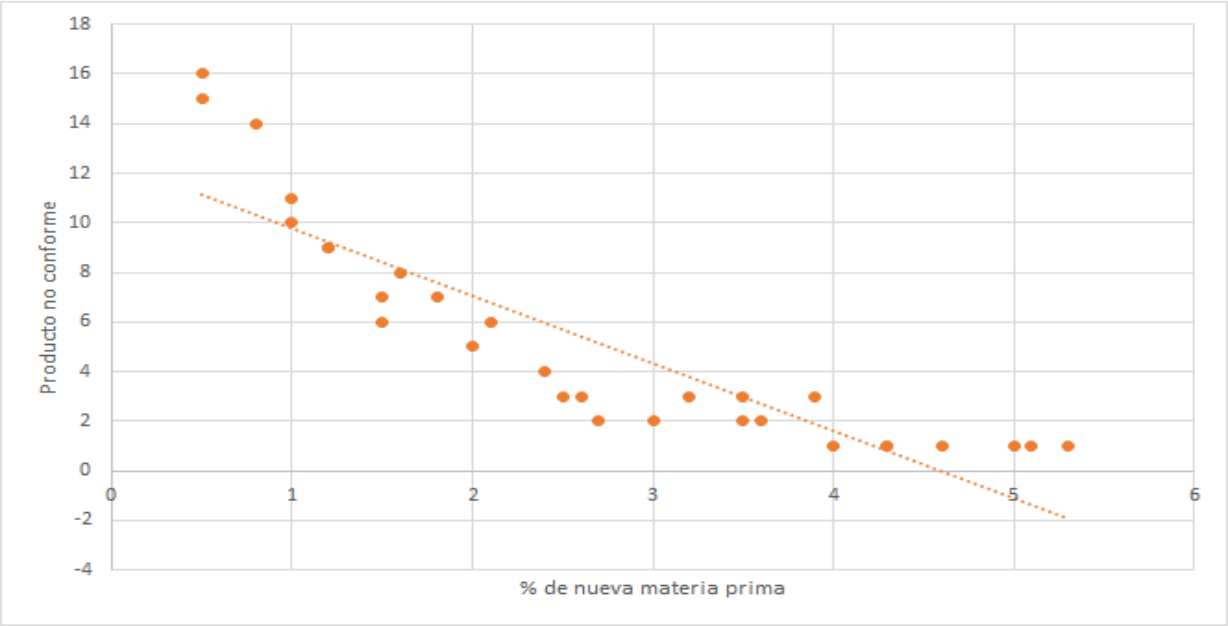


Fig. 21 Diagrama de Dispersión negativa.

Unidades Producidas	Reclamaciones
273.00	200
571.00	300
457.00	255
297.00	200
529.00	250
469.00	300
124.00	100
342.00	210
202.00	150
497.00	250
381.00	210
407.00	250

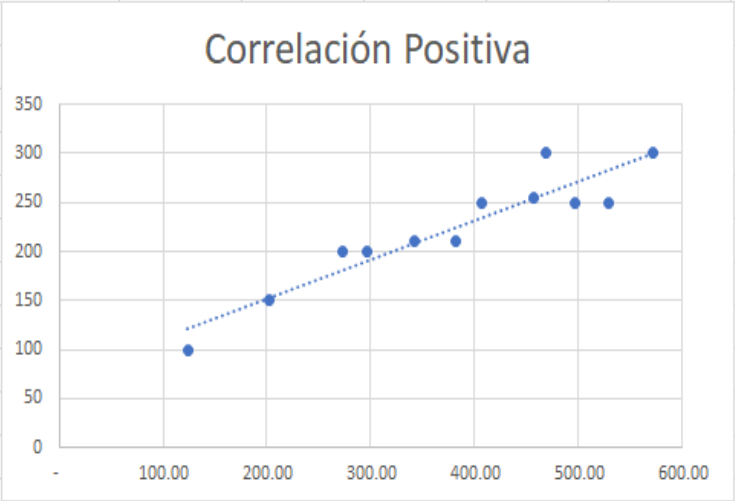


Fig. 22 Diagrama de Dispersión positiva.

Es muy sencillo hacer un diagrama de dispersión en Excel. Todo software estadístico cuenta con procedimientos para la realización del diagrama de dispersión y el análisis de regresión. Con los años el análisis estadístico-matemático de la herramienta ha avanzado considerablemente, más allá de los conceptos básicos de regresión y correlación.

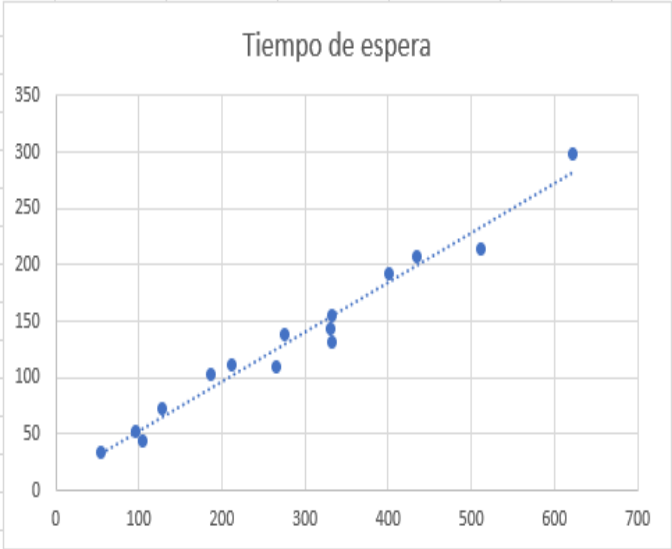
Ejercicio práctico:

1.-Se desea investigar en el Aeropuerto Internacional, si hay alguna relación entre el tiempo de espera de los pasajeros y el número de ellos en la sala de abordaje.

Solución:

Datos **Diagrama de Dispersión**

Numero de pasajeros	Tiempo de espera
105	44
511	214
401	193
622	299
330	143
211	112
332	155
332	131
435	208
275	138
55	34
128	73
97	52
187	103
266	110



Conclusión: Aquí podemos ver una dispersión positiva, donde a mayor cantidad de pasajeros mayor es el tiempo de espera en el aeropuerto.

Ejercicio propuesto:

2. En la Empresa Helados la Michoacana, se realiza un seguimiento de la cantidad de Helados de sabores que se venden en comparación con la temperatura de ese día. Aquí están sus cifras de los últimos 12 días:

Construir el diagrama de dispersión y dar una conclusión.

Lecturas ***C** **Ventas $**

Temperatura	**Venta de Helados de Sabores**
14.2	215
16.4	325
11.9	185
15.2	332
18.5	406
22.1	522
23.4	544
19.4	412
25.1	614
18.1	421
22.6	445
17.2	408

Ver solución ***Anexo 2:***

1.6.6 Estratificación.

Es un proceso en el cual separamos la información de acuerdo a subgrupos o categorías, tales grupos se llaman características o estratos.

Es muy útil cuando se tienen grupos con información parecida, por lo que hay que separarla, ya que a menudo esta información nos impide ver lo que pasa realmente.

Cuando se debe utilizar la Estratificación?

La estratificación por lo general se debe plantear en el formato de recolección de datos diseñado por el analista o ingeniero de proceso antes de iniciar la recolección, al pensar cuidadosamente que categorías son relevantes para el análisis.

Hacerlo después puede ser demasiado tarde, ya que no se contaría con la información que no se contempló documentar de inicio y podría afectar seriamente el cronograma del proyecto.

Cuando los datos provienen de distintas fuentes o condiciones, como podrían serlo turnos, proveedores, día de la semana, operario o poblaciones, es altamente probable que sea necesario estratificar los datos, considerando dichas categorías en el proceso de recolección. El análisis de los datos seguramente requerirá separarlos y ordenarlos.

Ejemplos de fuentes de datos que probablemente requerirán la estratificación son:

-Turnos - Equipos - Departamentos - Materiales

-Operarios -Producto - Día de la semana

Ejemplos:

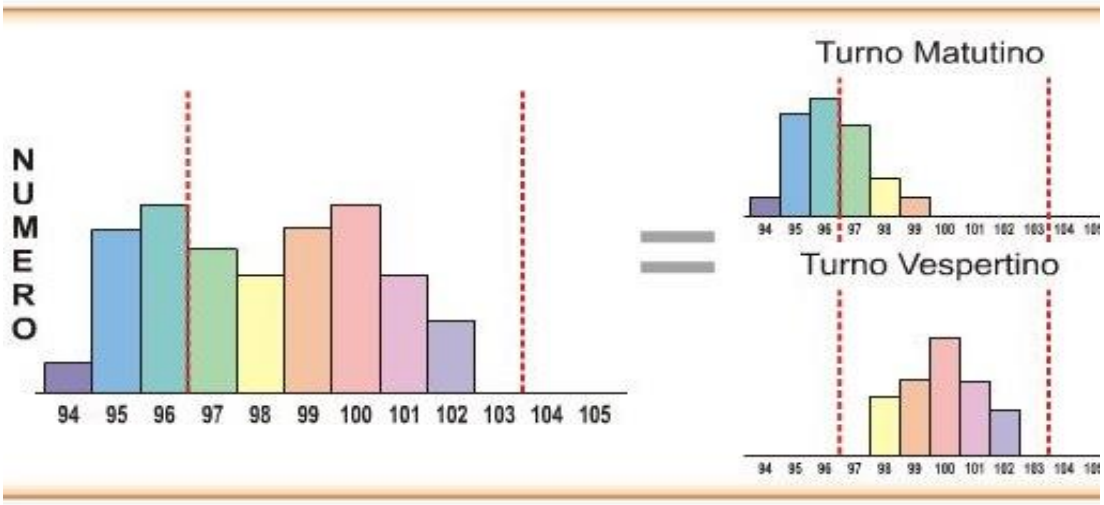


Fig. 23 Diagrama de Estratificación.

1.7 Habilidad y Capacidad del proceso.

La capacidad de un proceso de fabricación se suele interpretar como su aptitud para producir artículos de acuerdo con las especificaciones. También se suele interpretar como la aptitud del proceso o de una sola máquina para cumplir los límites de tolerancia.

El análisis de la capacidad de un proceso deberá realizarse cuando dicho proceso esté bajo control. Dicho análisis se suele iniciar cuando se necesita estudiar un nuevo proceso, cuando se ha modificado alguna de las partes esenciales del proceso, cuando se han emplazado una o más maquinas en otro lugar, cuando ha habido un reajuste en el funcionamiento de las maquinas, cuando los gráficos de control muestran cierta inestabilidad, etc.

Índices para medir la capacidad del proceso son: Cp y Cpk

Cp= Capacidad Potencial, mide la variación del proceso, debe ser mayor e igual a 1.33 para que sea satisfactorio.

Cpk = Capacidad real del Proceso, mide el cumplimiento de las especificaciones y también debe ser mayor e igual a 1.33 para que sea satisfactorio.

P = Unidades defectuosas en ppm (partes por millón)

LSL= LEI (Limite Especificación Inferior) USL= LES (Limite Especificación Superior)

Nota: (Ver la unidad 2 donde se desarrolla un análisis de la capacidad del proceso muy completo, aplicando los indicadores para medir la capacidad utilizando las gráficas de control estadístico)

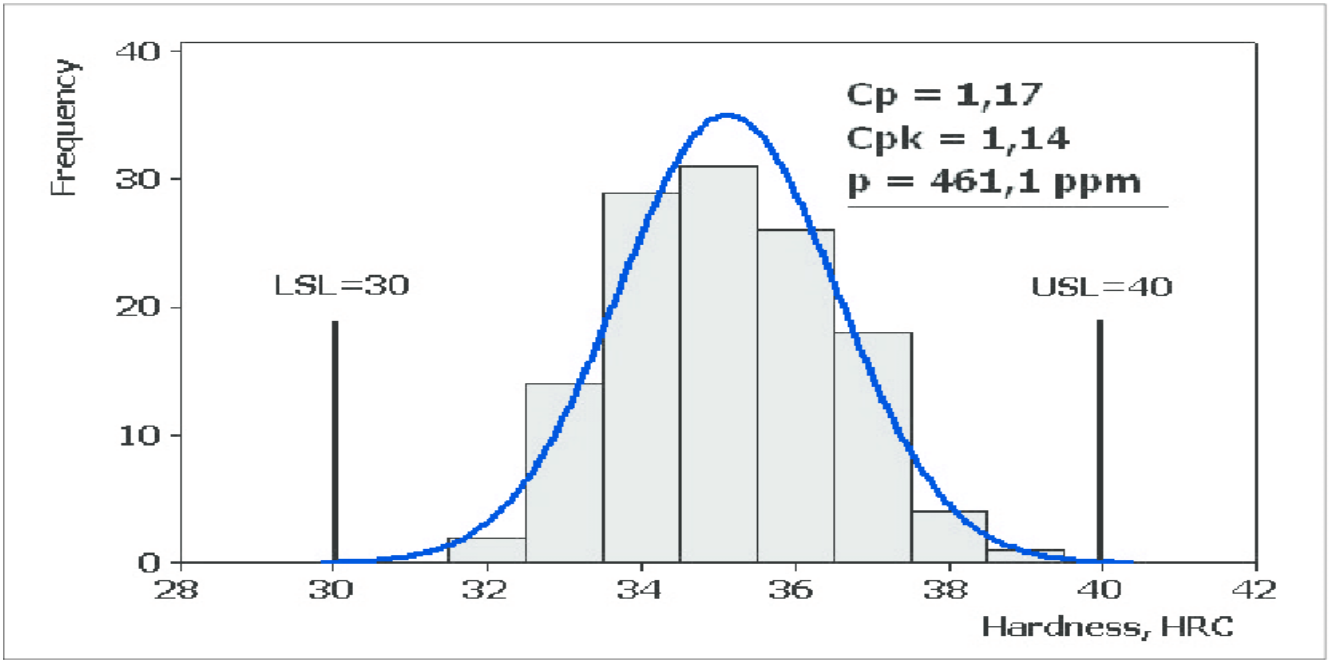


Fig. 24 Capacidad del Proceso.

Caso de Estudio con Aplicación de Softwere (Minitab):

1.Caso de estudio de la línea de juguetes en Industria maquiladora de Baja California.

Introducción:

El juguete See 'N Say es uno de los productos más importantes para la compañía . Actualmente se cuenta con tres líneas instaladas con capacidad de 35,000 unidades cada una. El juguete ha sido consistente en los últimos diez años teniendo como promedio de venta 3,000,000 de unidades anuales y representa el 33% de las ventas totales.

Juguete See 'N Say

La parte fundamental de este juguete es el ensamble del módulo de voz, ya que ahí radica el funcionamiento, como característica principal del modelo See 'N Say.

Los datos anteriores hacen que se preste un especial interés en este producto.

Recientemente se presentaron algunos problemas de calidad, aumentado el porcentaje defectuoso en las líneas de producción y la Gerencia solicito toda la información sobre la situación actual. Debido a la presión por parte de los clientes, la compañía comisiono a un equipo de trabajo a juntar dicha información.

La empresa no sabía qué hacer con tanta información generada; sin llegar a ninguna conclusión.

Se procedió a ordenar dicha información, realizando una solución organizada de los problemas ,aplicando herramientas estadísticas de la calidad .

Solución:

Información:

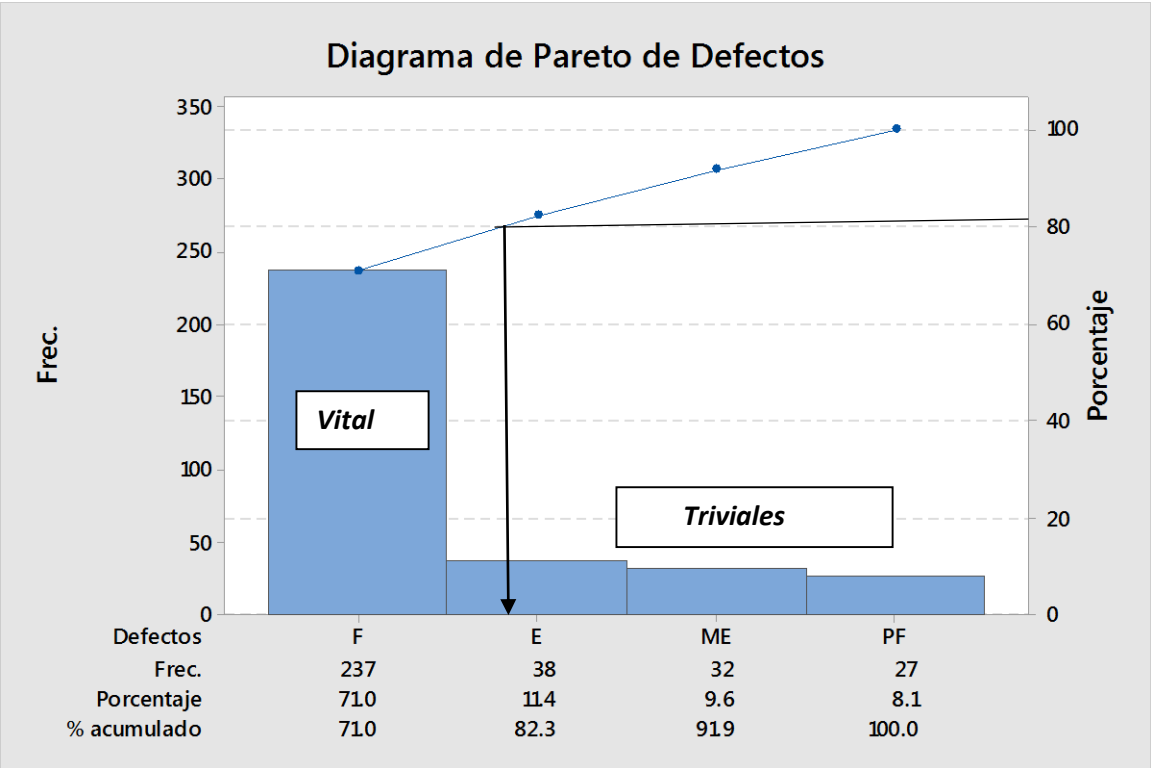
De una lluvia de ideas, los principales problemas de calidad del producto See 'N Say son: mal ensamble, estéticos, partes faltantes y funcionamiento.

Se inspeccionaron un total de 17,450 piezas en un periodo de tiempo y se encontró: 27 de partes faltantes, 237 de funcionamiento, 32 de mal ensamble y 38 de estéticos.

Tabla de inspección:

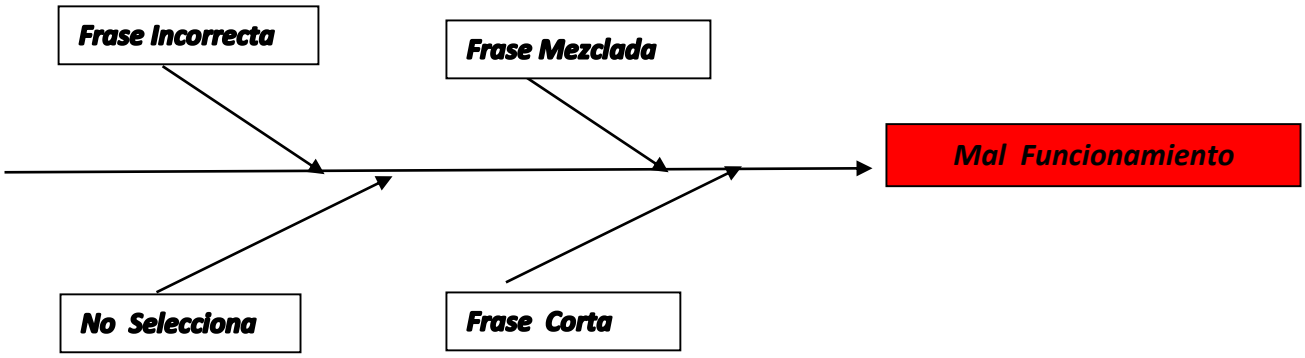
Defectos		**Frec.**
PF	(Partes Faltantes)	27
F	(Funcionamiento)	237
ME	(Mal Ensamble)	32
E	(Esteticos)	38

El equipo de mejora elaboro un primer Pareto para encontrar los problemas vitales.



Análisis del diagrama de Pareto: Se encontró un problema vital que es Mal Funcionamiento y los demás son problemas triviales.

Tomando en cuenta solo hay que resolver un defecto vital se procedió a realizar un diagrama de causa y efecto por parte del equipo de mejora:



Donde se encontró los defectos principales de la característica encontrada del mal funcionamiento que son: frase mezclada, no seleccionada, frase corta y frase incorrecta.

De la principal característica encontrada en el paso anterior se inspeccionaron los defectos durante cinco días de producción de un total de 2354 módulos de los juguetes; los resultados son:

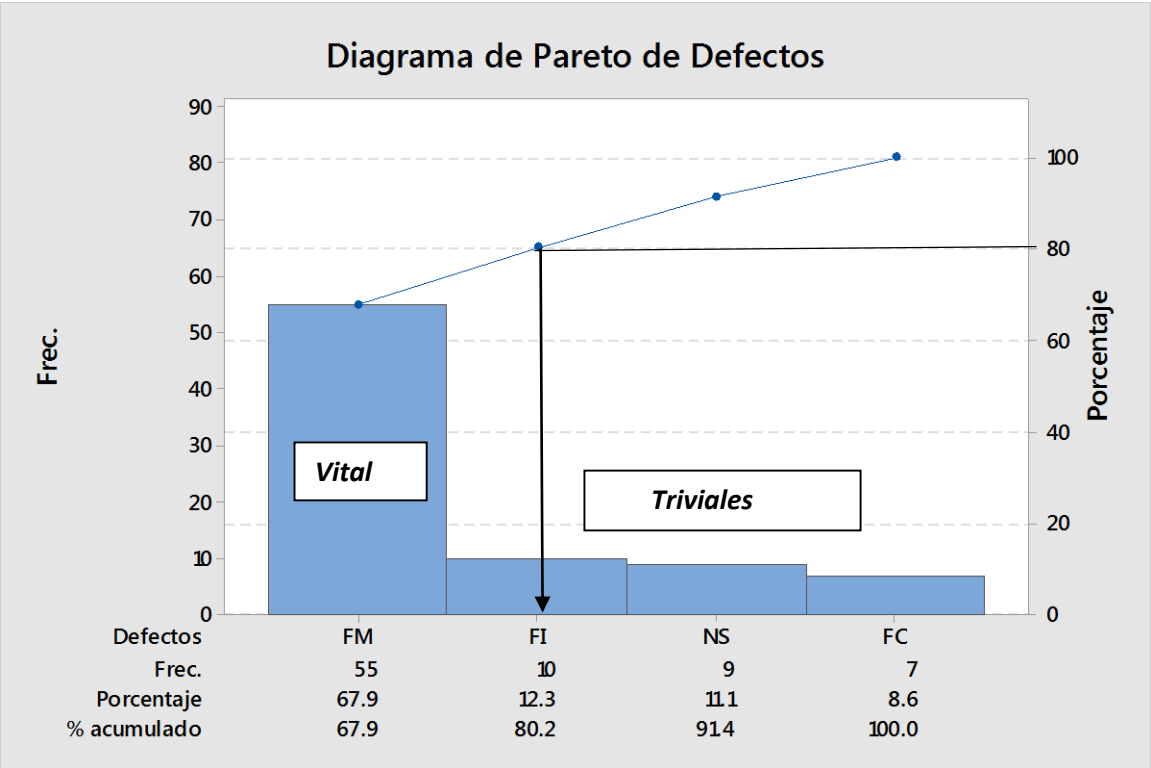
Hoja de Inspección:

Defectos ***Frecuencia***

	lunes	*martes*	*miércoles*	*jueves*	*viernes*	*total*
Frase mezclada	*4*	*3*	*4*	*3*	*8*	*55*
No selecciona	*2*	*2*	*3*	*3*	*2*	*9*
Frase incorrecta	*3*	*5*	*2*	*4*	*3*	*10*
Frase corta	*4*	*5*	*4*	*1*	*1*	*7*

Se realizo un ***segundo Pareto*** *para conocer los defectos vitales .*

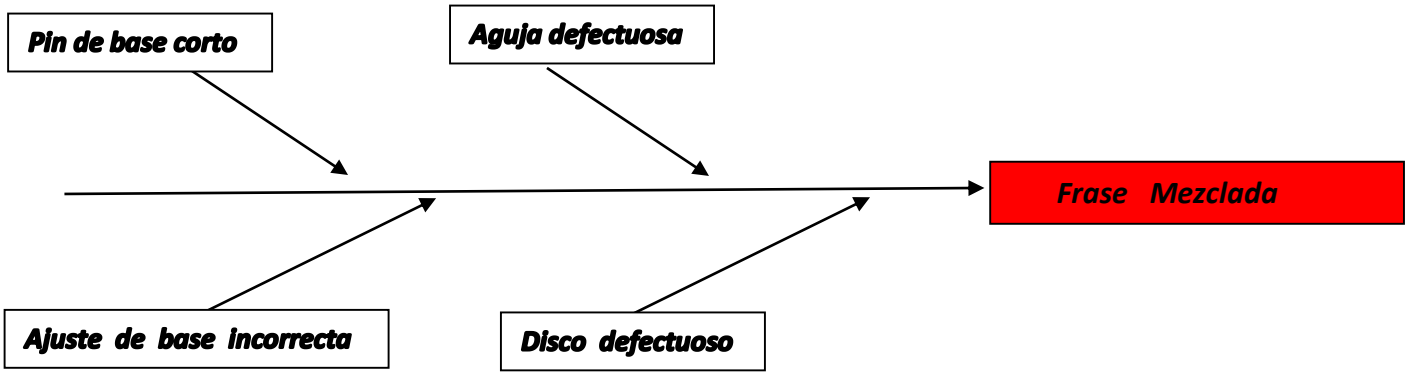
Defectos		*Frec.*
FM	*(Frase Mezclada)*	*55*
NS	*(No Selecciona)*	*9*
FI	*(Frase Incorrecta)*	*10*
FC	*(Frase Corta)*	*7*



Análisis del diagrama de Pareto: Se encontró un problema vital también , que es la Frase Mezclada y los demás son problemas triviales.

Tomando en cuenta solo hay que resolver un problema vital se procedió a realizar

Otro diagrama de causa y efecto para encontrar las principales causas ,que provoca la frase mezclada:



Donde se encontró: Disco defectuoso, Aguja defectuosa, Ajuste de base incorrecta y Pin de base corto.

El equipo realizo ***un plan de mejora*** *para cada causa raíz para solucionar los problemas del* modelo See 'N Say.

Aplicando el procedimiento de **solución de problemas seis sigma** .

Obteniendo resultados satisfactorios por parte del equipo de mejora continua.

Finalmente **la Gerencia** felicito a todos los integrantes del equipo.

Unidad 2

Graficas de Control para Variables

Competencias Genéricas		
Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica • Conocimientos sobre el área de estudio de la profesión • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente • Habilidades para buscar, procesar, y analizar información procedente de diversas fuentes • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad para tomar decisiones y solución de problemas • Compromiso con la calidad		
Competencias Especificas	**Actividades de Aprendizaje**	**Evaluación por competencias**
Identifica el tipo de variable que representa la característica de calidad a controlar en procesos productivos y/o de servicios. Diseña e Implementa gráficos de control de control de variables para reducir la variabilidad, monitorear, así como, para estimar los parámetros del proceso o producto.	Aplica los conocimientos sobre variables continuas en los gráficos de control. • Aplica los fundamentos de intervalos de confianza y pruebas de hipótesis en los gráficos de control, con base a los conocimientos enfocados a controlar y/o mejorar la calidad de productos y procesos industriales. • Realiza visitas industriales para observar la planeación, control y mejora de la Calidad del producto y/o proceso industrial. • Realiza ejercicios aplicando los gráficos de control por variables en problemas reales de calidad en las empresas. • Aplica software para el control estadístico del proceso.	• Tareas de investigación. • Participación y exposiciones. • Examen escrito. • Portafolio de evidencias. • Rubricas. • Ejercicios propuestos. • Resolución de casos reales

Unidad 2:

Graficas de Control para Variables.

2.1. Conceptos generales y principios del CEP (SPC).

Se han usado durante mucho tiempo, desde que el Dr. W. A. Shewhart acuñó el término por primera vez en 1926. Definámoslo aquí como "una herramienta estadística utilizada con fines de control, que consiste en un un gráfico con unas líneas horizontales que son los límites de control calculadas estadísticamente".

Control estadístico del proceso CEP (SPC) Tomadas en conjunto las palabras control estadístico de proceso significan:

CONTROL: Hacer que el proceso se comporte como nosotros deseamos.

ESTADISTICO: Utilizando métodos numéricos.

PROCESO: Para medir aquellas características criticas del proceso que han sido identificadas por nuestros clientes.

Como el CEP (SPC) puede mejorar la calidad.

El CEP traza la variabilidad de los productos o servicios, para así ayudarle a distinguir entre la variabilidad natural y la variabilidad no natural, Basado en aquellas medidas que se le tomas a una muestra de productos, el CEP proporciona una visión de cómo el proceso se estará comportando.

Esta visión o grafica del proceso se le conoce como la carta o grafica de control de CEP. La carta de control de CEP nos advierte de cambios que están ocurriendo en el proceso, de esta manera mostrándonos cuando la variabilidad no natural está ocurriendo. Esto nos permite hacer los ajustes necesarios antes de que se manufacturen productos fuera de las especificaciones.

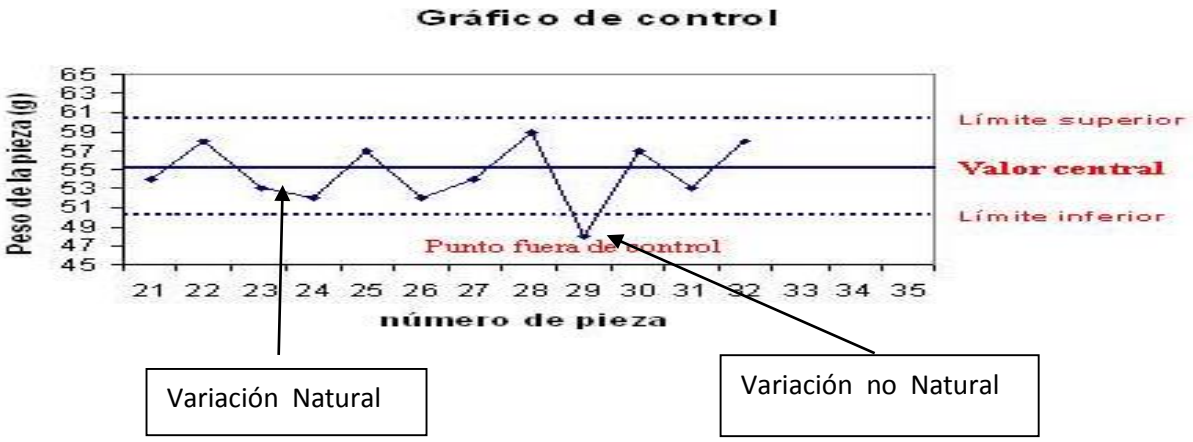


Fig 25 Grafica Fuera de control

La carta de CEP muestra en forma pictórica:

- El Historial y la capacidad de un proceso,
- Como es que la operación está trabajando actualmente.

En parte, la carta de CEP es un retrato del comportamiento de un proceso en el pasado. Típicamente, el dato del pasado nos provee información sobre cómo han sido las medidas promedias y los limites. También nos da una visión pictórica de lo que debe estar ocurriendo ahora. Comparando los datos de la ejecución actual con el historial y la capacidad del proceso, nosotros podemos determinar cuando ocurren causas especiales, no naturales o asignables.

Cuando no hay causas asignables presentes, el proceso está trabajando correctamente y en la forma predecible, De esta forma, una vez que el proceso este corriendo, se dice que el mismo está bajo control. Sin embargo, si hubiese causas asignables presentes, entonces se dice que el proceso fuera de control. En general, las causas asignables necesitan ser eliminadas o cuidadosamente restringidas, de alguna forma, para manufacturar productos de calidad.

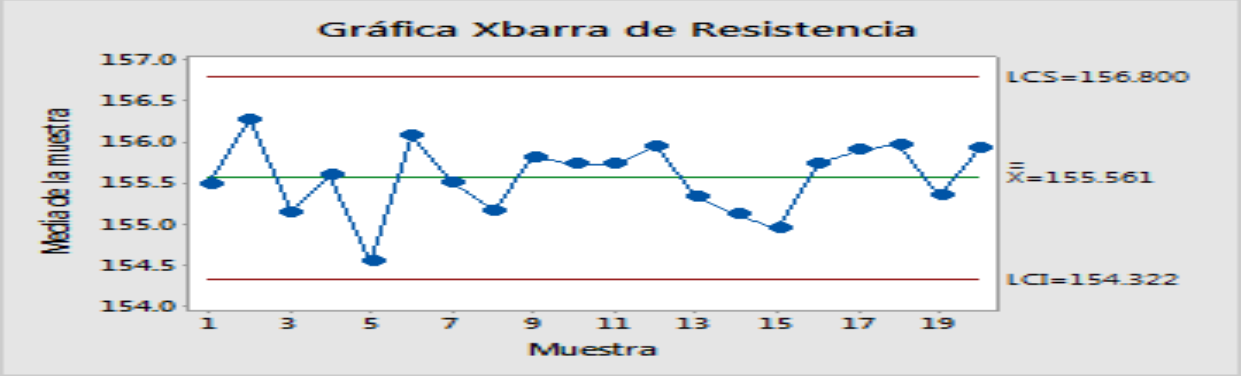


Fig. 26 Grafica bajo control (CEP)

La diferencia entre los límites de control y las especificaciones o tolerancias de ingeniería.

Comúnmente se mal interpreta los límites de control con las especificaciones o tolerancias de ingeniería, que están dados en los planos. Los límites de control son establecidos en la carta de control. Estos son calculados en base a la distribución de los promedios de la muestra, y datos representativos de la ejecución del proceso.

Típicamente, son más angostos que las especificaciones o tolerancias que se encuentran en los planos de construcción. Los límites de especificación, son límites para medidas individuales y no para los promedios. Las mismas están basadas en requerimientos de ingeniería, y no de la capacidad del proceso.

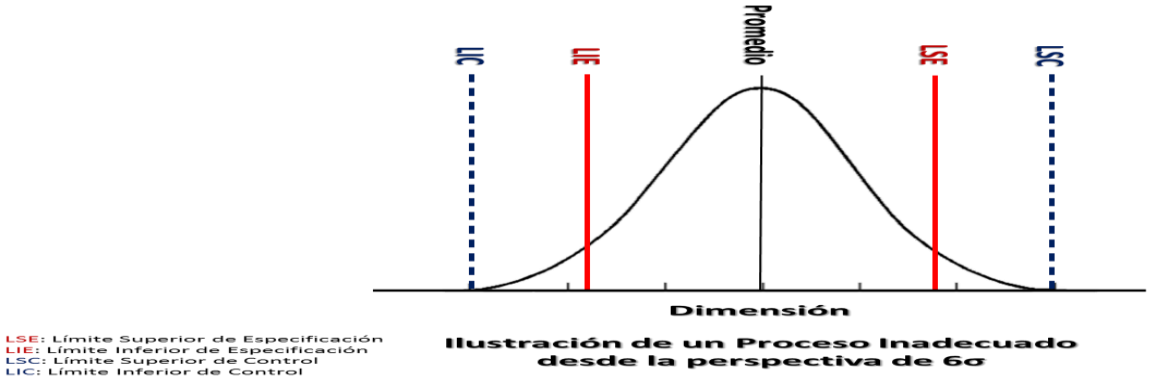


Fig. 27 Diferencias entre límites de control y las especificaciones.

2.2. Elaboración e interpretación de gráficas para variables.

Las cartas para variables tipo Shewhart más usuales son:

• Grafico X – R (de Promedios -Rangos).

•Grafico X – S (de Promedios – desviación estándar).

• Grafico X –RM (de individuales – Rango Movil).

2.2.1 Grafico X-R

Estos tipos de gráficos de control se utilizan cuando la característica del proceso que se ha de controlar es una variable continua tal como la longitud, el peso, la resistencia, la pureza, el tiempo o el volumen de producción.

El gráfico x se utiliza principalmente para observar los cambios en la media de una distribución. El gráfico R se utiliza para observar los cambios en la dispersión, o la variación, de una distribución.

Los gráficos x y R se utilizan juntos generalmente, ya que sólo su uso conjunto nos permite identificar el estado cambiante de un proceso en forma de distribución. De todos los tipos diferentes de gráficos de control, estos dos nos dan la máxima información técnica, lo que les hace muy útil para el análisis técnico y los estudios de la capacidad de proceso.

Pasos para la realización de la gráfica X-R:

1er paso: Se llena la información en la parte superior de la gráfica.

2do paso: Recolección de datos.

Estos datos deberán ser recientes de un proceso al cual se quiere controlar, estos pueden ser tomados en diferentes horas del día o en diferentes días, pero todos tienen que ser de un mismo producto. Se registran las medidas de las variables o datos en los subgrupos.

3er paso: Se calcula el promedio de las muestras (X) en cada subgrupo.

4to paso: Se calcula el rango de cada subgrupo.

5to paso: Se calcula el promedio de promedio o gran media con la siguiente formula:

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\overline{X1} + \overline{X2} + \overline{X3} + \ldots\ldots \overline{Xn}}{K}$$

Donde Xn son los promedios individuales en cada subgrupo y K es el número total de subgrupos.

6to paso: Calcular el rango promedio con la siguiente formula:

$$R = \frac{R1 + R2 + R3 + \ldots Rn}{K}$$

7mo.paso: Calcule los límites de control. Utilizando las formulas siguientes para X y R. Los coeficientes A2, D4, D3, etc. Son dados ya por la tabla siguiente. ver también **Anexo 4** Tabla de constantes de gráficos de control

Tabla

n	A_2	D_4	D_3
2	1.880	3.267	
3	1.023	2.575	
4	0.729	2.282	0.076
5	0.577	2.115	
6	0.483	2.004	
7	0.419	1.924	

Límites de control para $\overline{X}$

$$UCL_x = \overline{\overline{X}} + A_2\overline{R}$$

$$\text{Línea Central} = \overline{\overline{X}}$$

$$LCL_x = \overline{\overline{X}} - A_2\overline{R}$$

Límites de control para R

$$UCL_R = D_4\overline{R}$$

$$\text{Línea Central} = \overline{R}$$

$$LCL_R = D_3\overline{R}$$

8vo. paso: Graficar los límites de control X- R.

9vo. paso Construya la gráfica. Y grafique los valores X y R de cada subgrupo.
Para cada X y R
ponga un punto en la gráfica uniendo los puntos con una linea.
Circule cada punto que este fuera de los límites para así distinguirlos mejor.

10o. paso: Interpretación del proceso.

Ejemplo:

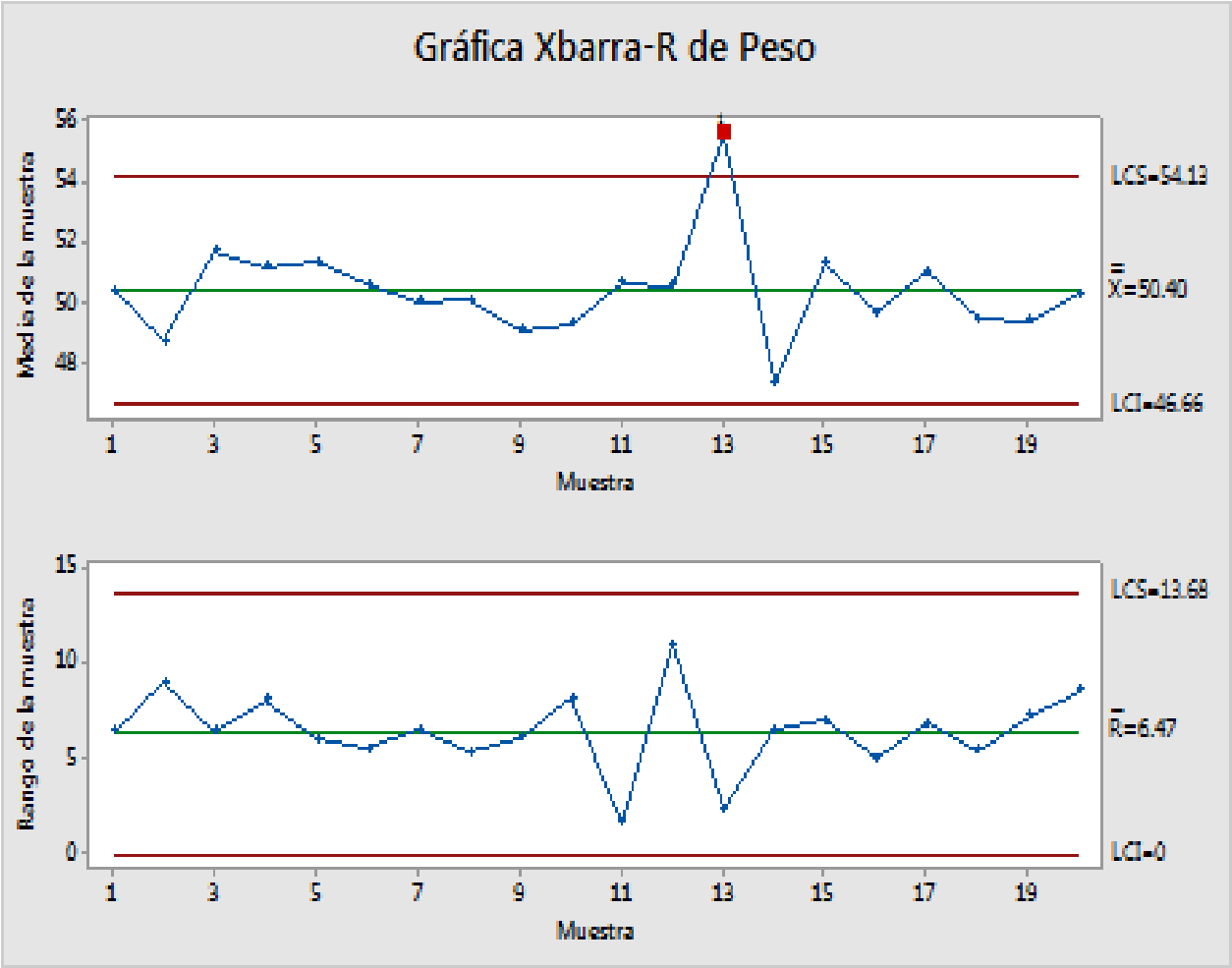


Fig. 28 Grafica X – R.

Interpretación de las gráficas de control:

Un proceso bajo de control, debe mostrar en las gráficas una variación aleatoria, con puntos alternados arriba y debajo de la línea central.

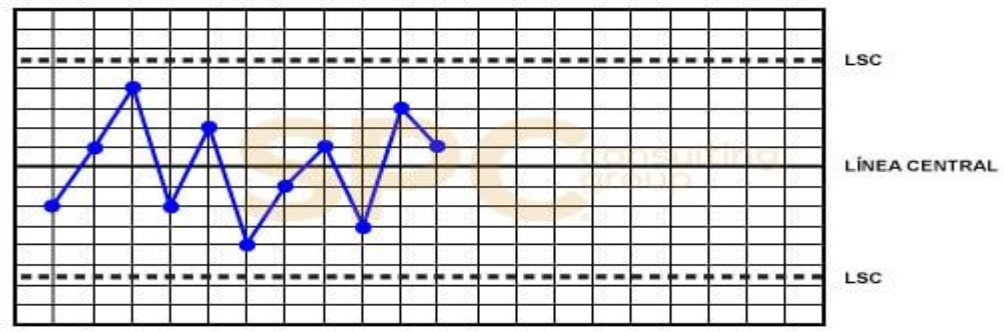


Fig. 29 Proceso bajo control.

Interpretacion ; Fuera de control y /o Señales fuera de control

Fuera de Control:

Un punto fuera de los límites de control es generalmente una señal de uno o más de los siguientes aspectos:

- El límite de control o punto graficado ha sido calculado o graficado erróneamente
- La variabilidad de pieza a pieza o la dispersión de la distribución ha incrementado (empeorado), ya sea en ese punto o en parte de una tendencia

El sistema de medición ha cambiado

Señales «Fuera de Control»

- Patrones o tendencias dentro de los límites de control
- Corridas
- Tendencia ascendente o descendente

- (Ciclos o movimientos en zig-zag)
- Adhesión a los límites de control
- Adhesión a la línea central

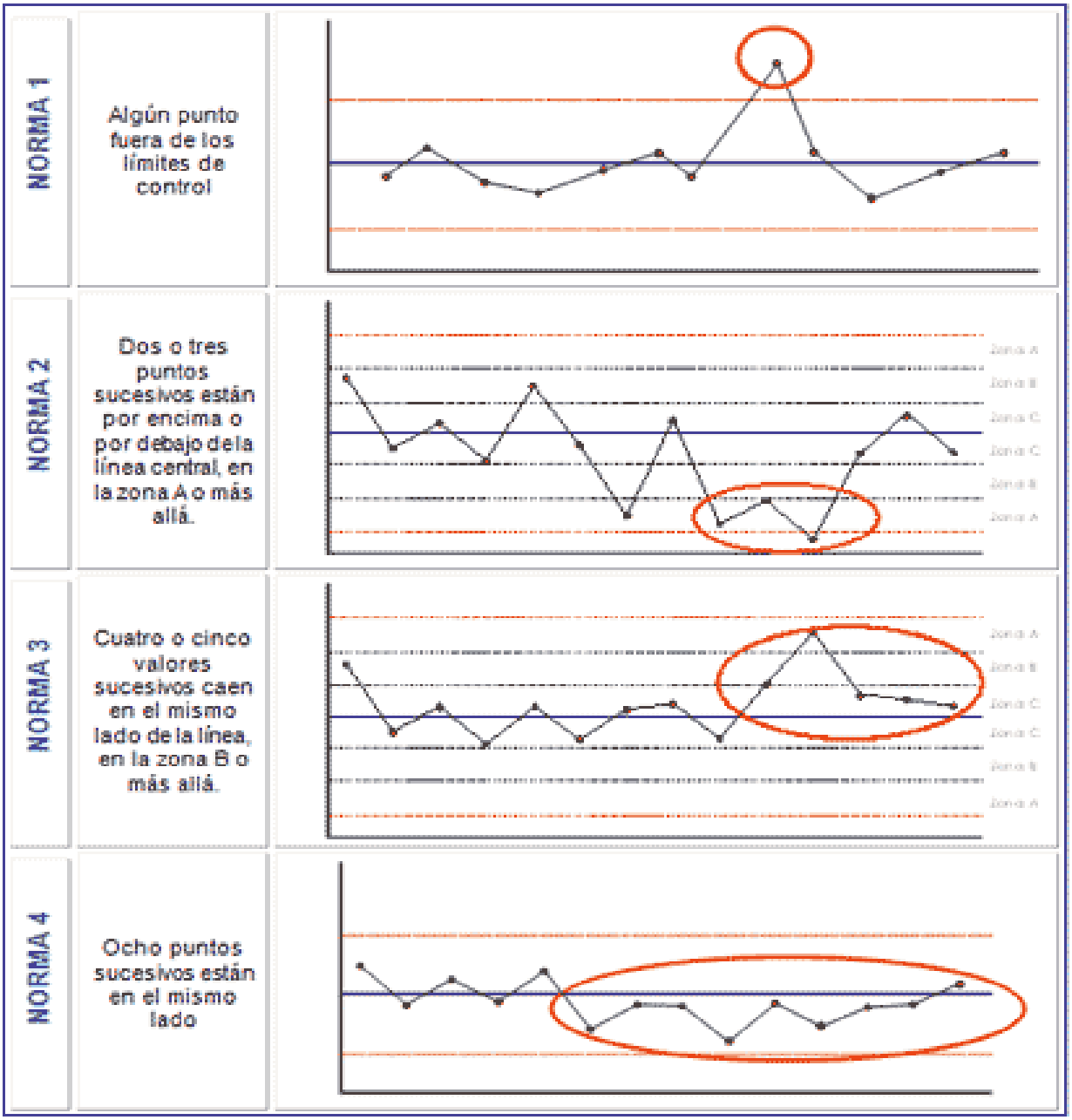


Fig. 30 Señales fuera de control.

Tendencia: ascendente o descendente en la gráfica de control

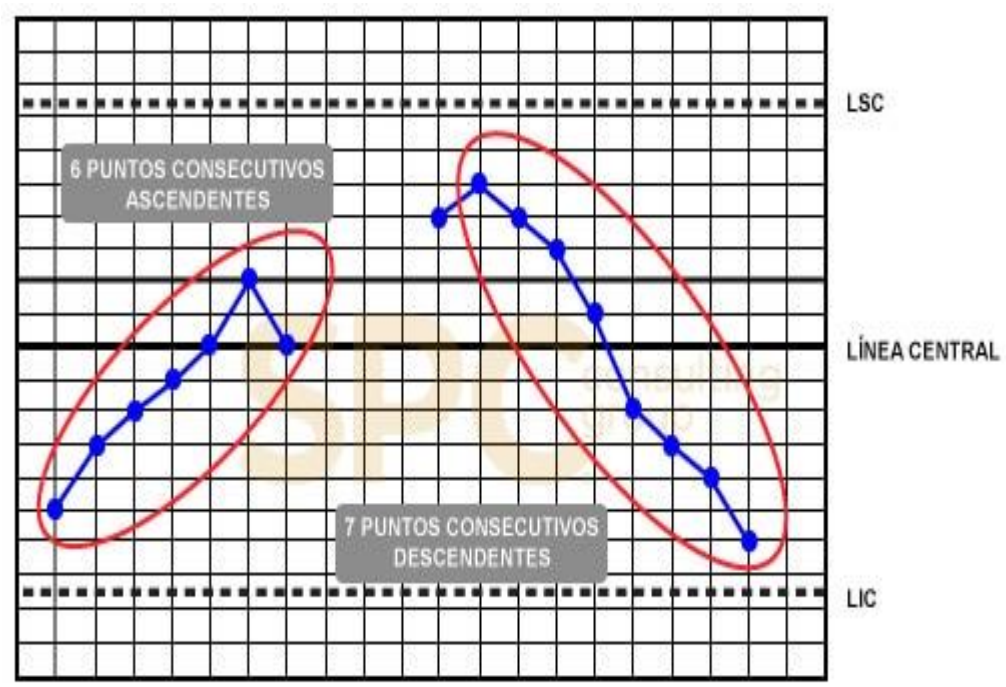


Fig. 31 Grafica de Tendencias.

Corrida

Es la forma que adquieren los puntos cuando estos forman un grupo, bien sea por arriba o por abajo de la línea central.

Se llama longitud de la corrida al número de puntos que están arriba o abajo de la línea central. Si el tamaño de la corrida es de 7 puntos consecutivos o más, se juzga el proceso como anormal.

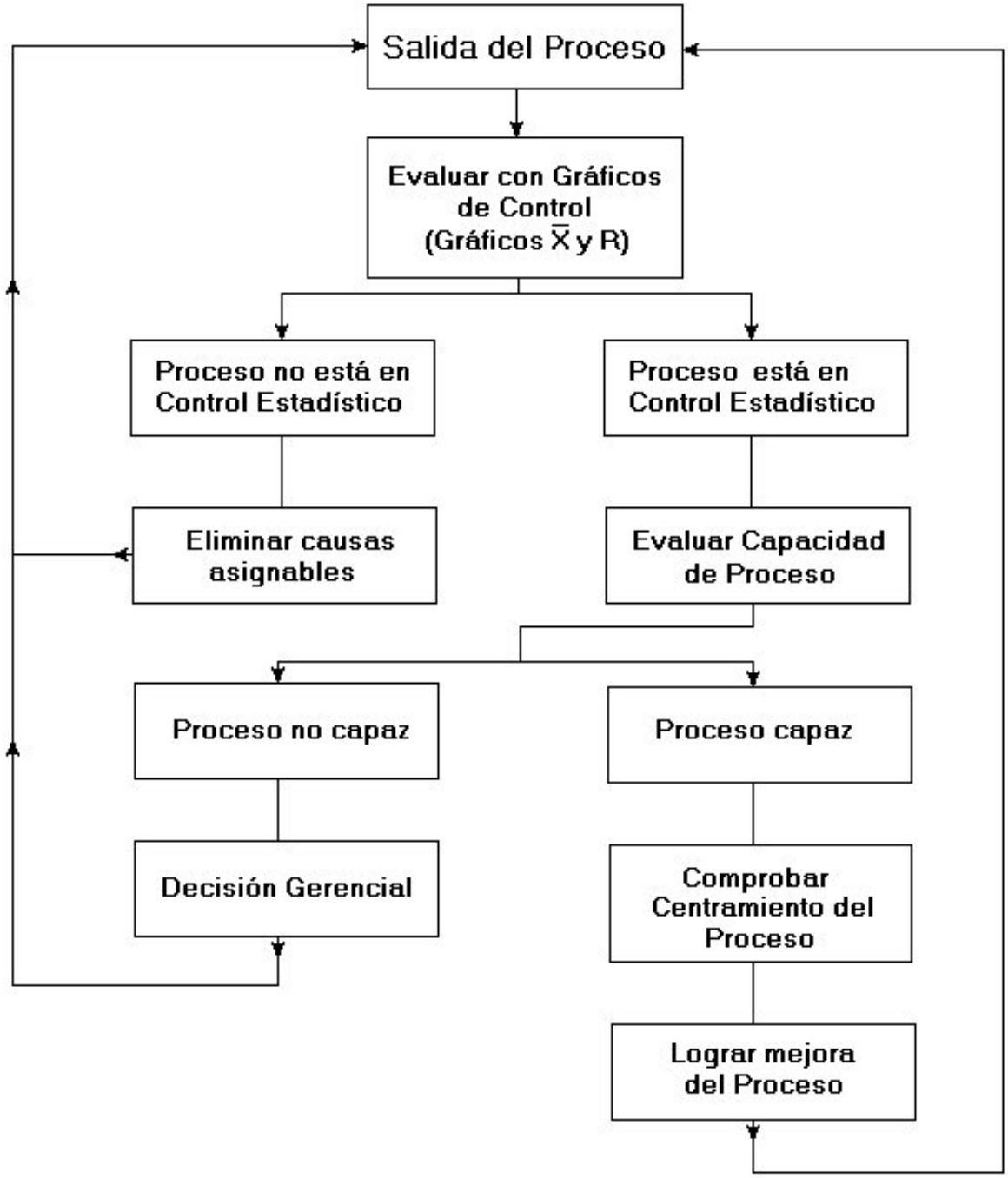


Fig. 32 Diagrama de flujo Gráficos de Control X-R.

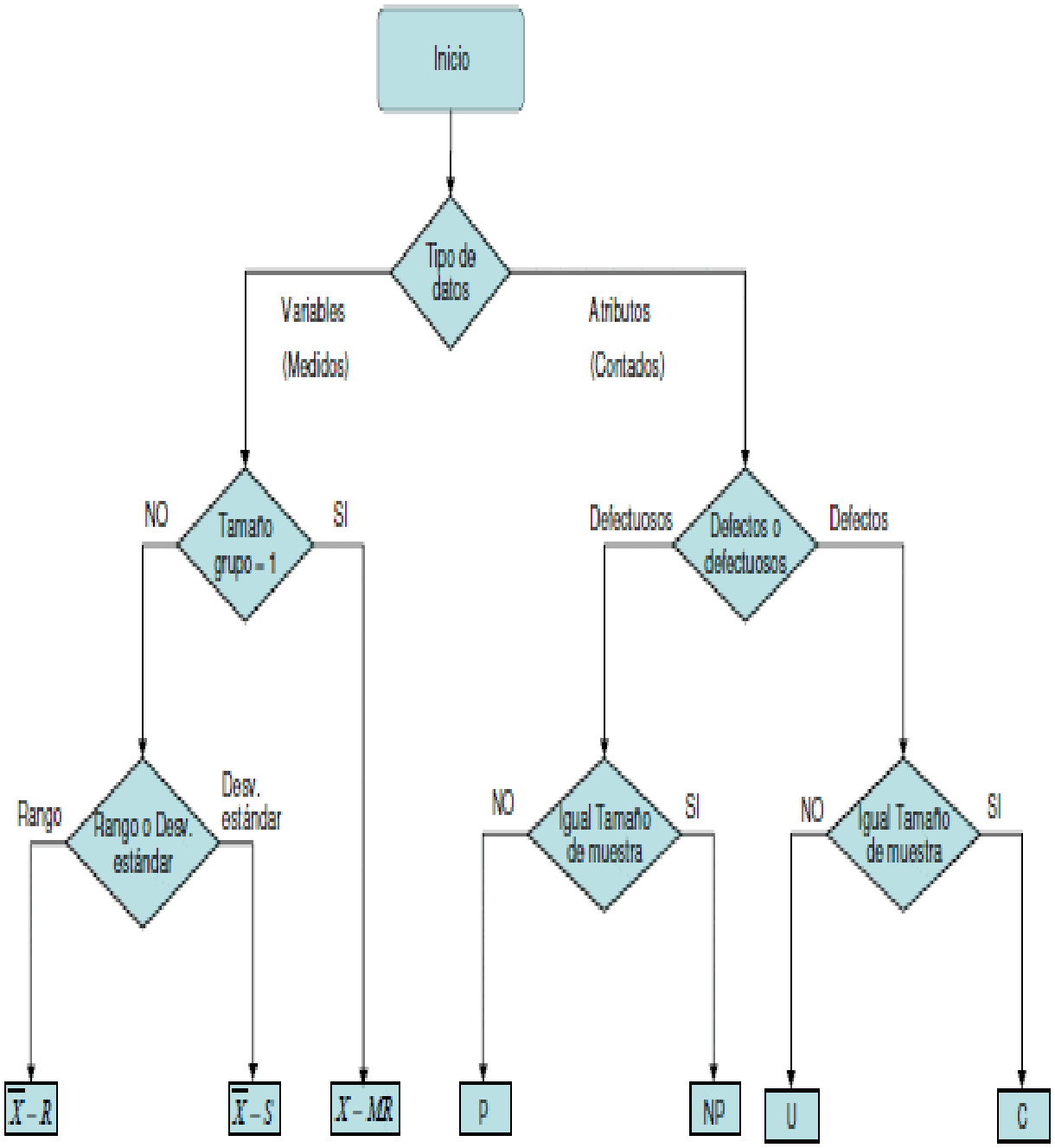


Fig. 33 Diagrama de flujo de Graficas de Variables y Atributos.

Ejercicio práctico:

1.-Elaborar y analizar la gráfica de control X –R ,a partir de la siguiente información. Donde en cada periodo se tomaron cuatro piezas. Calcular sus límites de control, la capacidad del proceso Cp y Cpk ,los valores de las " **z"** así como proporcionar las conclusiones del proceso.

Datos: **LES = 1035 mm** **LEI = 980 mm**

Subgrupo	Observaciones			
	1	2	3	4
1	1010	991	985	986
2	995	996	1009	994
3	990	1003	1015	1008
4	1015	1020	1009	998
5	1013	1019	1005	993
6	994	1001	994	1005
7	989	992	982	1020
8	1001	986	996	996
9	1006	989	1005	1007
10	992	1007	1006	979
11	996	1006	997	989
12	1019	996	992	998
13	981	991	989	1020
14	1015	993	988	984
15	1023	1008	1005	982

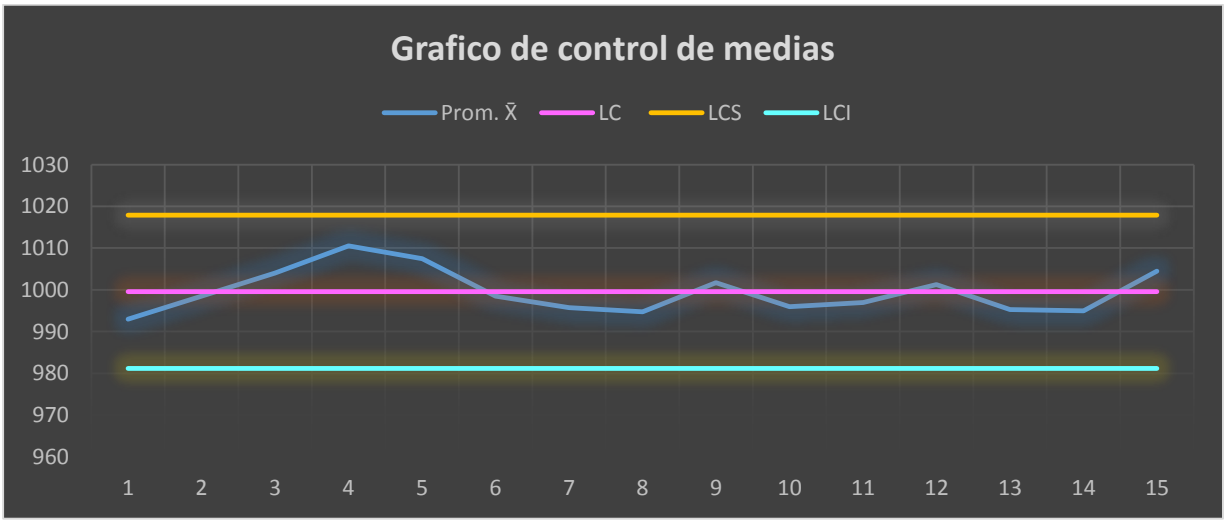
Solución:

Son 15 subgrupos de 4 lecturas cada uno, él valor de las constantes se tomará en la tabla **Anexo #4**,en base a 4 lecturas. Para realizar el cálculo de los límites de control estadístico.

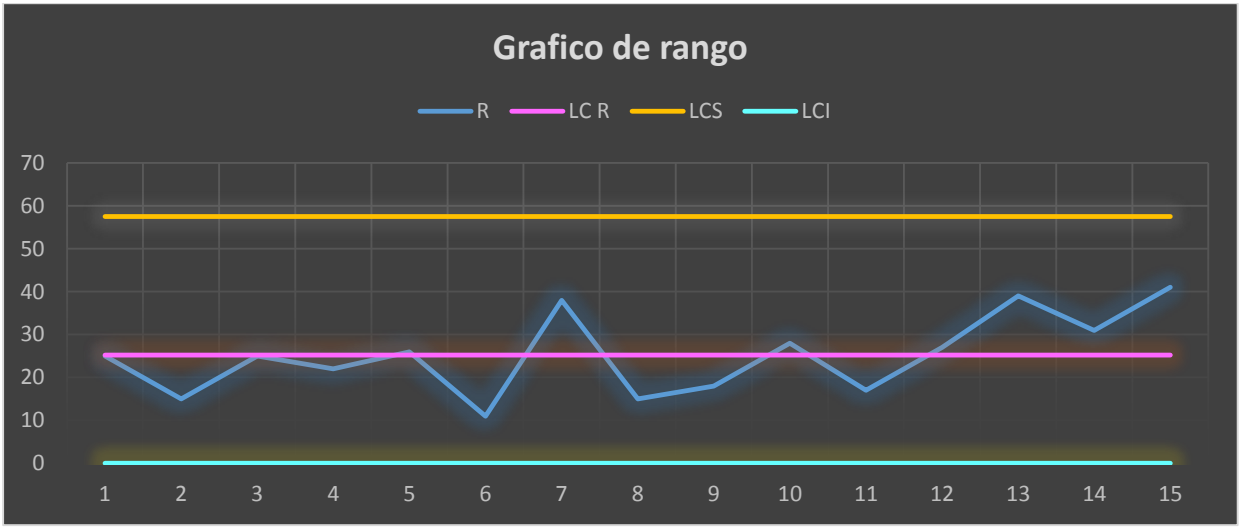
Tabla:Cálculo de los promedios,rangos y límites de control.

Datos Medias				Datos Rangos			
Prom. X̄	$\bar{\bar{x}}$ LC	LCS	LCI	R	LC R	LCS	LCI
993	999.55	1017.921	981.1792	25	25.2	57.5064	0.000
998.5	999.55	1017.921	981.1792	15	25.2	57.5064	0.000
1004	999.55	1017.921	981.1792	25	25.2	57.5064	0.000
1010.5	999.55	1017.921	981.1792	22	25.2	57.5064	0.000
1007.5	999.55	1017.921	981.1792	26	25.2	57.5064	0.000
998.5	999.55	1017.921	981.1792	11	25.2	57.5064	0.000
995.75	999.55	1017.921	981.1792	38	25.2	57.5064	0.000
994.75	999.55	1017.921	981.1792	15	25.2	57.5064	0.000
1001.75	999.55	1017.921	981.1792	18	25.2	57.5064	0.000
996	999.55	1017.921	981.1792	28	25.2	57.5064	0.000
997	999.55	1017.921	981.1792	17	25.2	57.5064	0.000
1001.25	999.55	1017.921	981.1792	27	25.2	57.5064	0.000
995.25	999.55	1017.921	981.1792	39	25.2	57.5064	0.000
995	999.55	1017.921	981.1792	31	25.2	57.5064	0.000
1004.5	999.55	1017.921	981.1792	41	25.2	57.5064	0.000
999.55				25.2			

Grafica X – R.



Bajo control estadístico; presenta Variación Natural.



Bajo control estadístico; Presenta Variación Natural.

Tabla de Análisis de la Capacidad del Proceso :

Especificaciones		
LES	1035	
LEI	980	
A2	0.729	
D3	0	
D4	2.282	
D2	2.059	
K	4	
σ	12.239	
CP	0.749	
CP aceptable	1.33	
CPU	0.965	
CPL	0.532	
CPK	0.532	
ZU	2.896	
ZL	1.597	
ZU TABLA	0.0019	
ZL TABLA	0.0559	
ZU %	0.19%	1900
ZL %	5.59%	55900
	5.78%	57800

El indicador Cp = 0.749 cuyo valor es menor a 1.33 ,por lo tanto no es satisfactorio ,lo cual indica que el proceso tiene mucha variación.

El indicador Cpk = 0.532 cuyo valor también es menor a 1.33 ,por tanto el proceso no cumple las especificaciones requeridas para el proceso.

Valores de "z" :

Del lado derecho **(Zu**) con respecto la tolerancia superior se sale un **0.19%** de piezas defectuosas ,donde representa **1,900PMM.**

Del lado izquierdo (**Zl)** con respecto a la tolerancia inferior se sale un **5.59%** de piezas defectuosas, donde representa **55,900 PMM.**

El total de % fuera de especificaciones = 5.78%

El total de PMM fuera de especificaciones = 57,800 PMM

Conclusiones:

-El proceso está bajo control estadístico.

-La capacidad del proceso no es satisfactoria los valores de Cp y Cpk deben ser mayores o igual a 1.33

-los valores de "z" nos muestran desperdicio(scrap) de piezas en el proceso por ambos lados de las tolerancias.

-Tabla de constantes de graficas de control ver **Anexo 4**

-Formato de Variables Grafica X – R ,X –S, Xi-RM ver ***Anexo 5***

-Tablas de valores de Z ver ***Anexo 6***

-Tabla de valores de CPK ver ***Anexo 7***

Ejercicio propuesto:

2.-En una empresa de manufactura de metal, se toma 5 piezas por hora de la maquina #32 de corte del material según especificaciones del plano del cliente y se desea conocer la situación del proceso a través de grafica de control estadístico X-R. Realizar el análisis completo (Grafica de Control, Capacidad del proceso,Cp.Cpk,Zu,Zl,% ,PPM así como sus conclusiones.

Datos: **LES = 2.05 plg** **LEI = 1.81 plg**

Subgrupos	Lecturas				
	1	2	3	4	5
1	1.909	1.917	1.865	1.991	1.906
2	1.957	1.829	1.870	1.917	1.971
3	1.861	1.946	1.903	1.951	1.893
4	1.938	1.913	1.884	1.907	1.950
5	2.032	1.914	1.911	1.820	1.932
6	1.933	1.965	2.031	1.902	1.923
7	1.891	1.978	1.907	1.922	1.908
8	1.973	1.949	1.912	1.870	1.971
9	1.916	1.961	1.953	1.954	1.939
10	1.916	1.961	1.953	1.954	1.939
11	1.944	1.919	1.840	1.940	1.942
12	1.904	1.91	1.904	1.903	1.901

Ver solución **Anexo 8.**

2.2.2 Grafico X-S

Cuando con una carta X– -R se quiere tener mayor potencia para detectar cambios pequeños en el proceso, se incrementa el tamaño de subgrupo, n.

Pero si n > 10, la carta de rangos ya no es eficiente para detectar cambios en la variabilidad del proceso, y en su lugar se recomienda utilizar la carta S, en la que se grafican las desviaciones estándar de los subgrupos.

Los pasos para elaborar una gráfica X-S son similares a la X-R

Para calcular los límites de control se debe Utilizar las fórmulas siguientes para X y S

Nota : Ver las constantes A3, B3 y B4 en la tabla general **Anexo 4**

En el caso de la gráfica de medias:

LIMITE INFERIOR = $\bar{\bar{X}} - A_3\bar{S}$

LIMITE CENTRAL = $\bar{\bar{X}}$

LIMITE SUPERIOR = $\bar{\bar{X}} + A_3\bar{S}$

En el caso de la gráfica de desviaciones

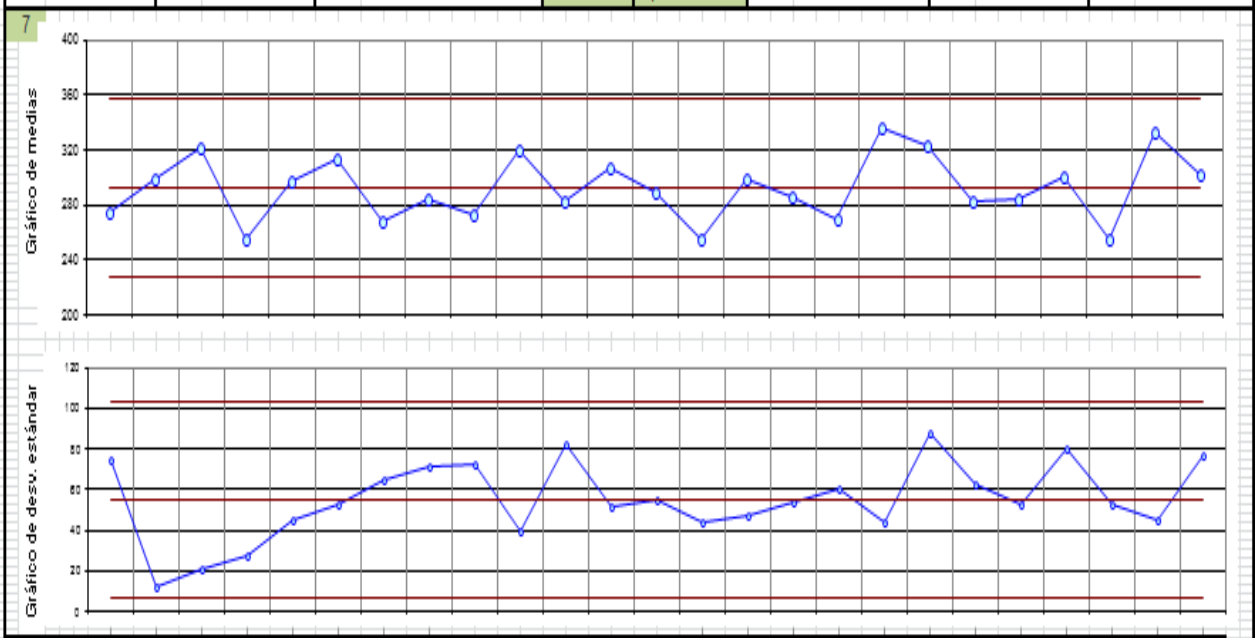
LIMITE INFERIOR = $B_3\bar{S}$

LIMITE CENTRAL = $\bar{S}$

LIMITE SUPERIOR = $B_4\bar{S}$

Ejemplo:

Límites de control para la media aritmética			A_3	B_3 0.11800	Límites de control para la desviación estándar		
LCL = 226.903	CL = 292.101	UCL = 357.298	1.18200	B_4 1.88200	LCL = 6.508743292	CL = 55.159	UCL = 103.809



Datos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
x_1	228.1	310	316.5	203	313.2	329.7	217.2	233.2	385.4	311.2	188.7	388.3	351.8	270.2	307.9	193.1	298.1	388	397.6	390.7	308	339.3	276.1	393.6	384.4
x_2	353.7	307	342.6	290	243	327.1	366.6	332.7	195.7	336.1	383	270.6	299.2	208.6	385.5	284.9	209.5	295.1	210.3	289.4	218.1	349.4	285.7	369.6	237.7
x_3	263.5	290	339.9	241.7	280	301.8	205.9	379.3	193.4	364.7	241.3	244.1	325.8	267	304.4	270.2	224.3	397	386.2	212.8	205.2	397.9	270.5	312.4	369.2
x_4	389.7	275	316.7	270.5	357	228.3	332.9	300.8	219.8	242.9	320.7	332.4	211.3	305.3	290.1	329.6	274.4	348.3	388.8	275.5	334.1	362.3	194.8	283.8	365.2
x_5	284.5	309.7	280	260	253.8	264.3	244.5	203	291.4	344	373.2	292.9	294.2	308.4	227.1	312.1	198.6	287.4	336.9	216.4	275.6	209.1	228.7	373	180.6
x_6	181.6	295	336.4	252.9	274.9	356	209.5	334.7	319	336	286.1	350.5	324.5	208.5	276.7	251.4	361.1	307.9	187.5	260.4	328.5	212.3	192.3	281.1	262
x_7	219.8	301	320	271.3	352.7	382.2	293.2	200.6	307.2	305.7	181.6	271.2	217.3	211.6	302.4	353.3	316.1	332.5	351.9	329.3	314.8	230.6	336.4	313.1	312.5
Σ	1921	2088	2252	1789	2075	2189	1870	1984	1912	2241	1975	2150	2024	1780	2094	1995	1882	2356	2259	1975	1984	2101	1785	2327	2112
$\bar{X}$	274.4	298.2	321.7	255.6	296.4	312.8	267.1	283.5	273.1	320.1	282.1	**307**	289.2	254.2	299.2	284.9	268.9	336.6	322.7	282.1	283.5	300.1	254.9	332.4	301.7
s	74.77	12.73	21.52	27.8	45.68	52.89	64.52	71.18	72.34	39.4	82.13	51.49	54.57	44.63	47.17	53.51	60.65	43.61	87.54	62.86	52.66	79.81	52.44	45.72	77.33

Fig. 34 Grafica X –S

<u>Ejercicio practico:</u>

1. *Los siguientes datos representan las mediciones de viscosidad de un producto, modelo RSV , no. de parte 12367 planta Rowek .Se requiere monitorear la producción del día 25 de mayo desde las 7am a las 2pm del primer turno.*

*Se recolectan 10 lecturas por hora. Realizar la gráfica de control **X – S** así como también proporcionar las conclusiones del proceso.*

Las especificaciones del proceso son 80 +/- 10 cps

Datos: Lecturas por hora.

7am / Sub.1	8am 2	9am 3	10am 4	11am 5	12pm 6	1pm 7	2pm 8
84	81	77	80	80	82	78	83
81	78	83	84	85	84	82	84
82	80	83	84	82	78	83	81
86	85	79	86	83	82	84	82
83	82	84	86	81	82	81	82
87	84	83	82	81	84	84	81
78	83	83	80	86	83	82	86
87	81	78	81	82	84	83	79
80	82	86	82	80	83	82	76
79	81	82	84	85	87	88	90

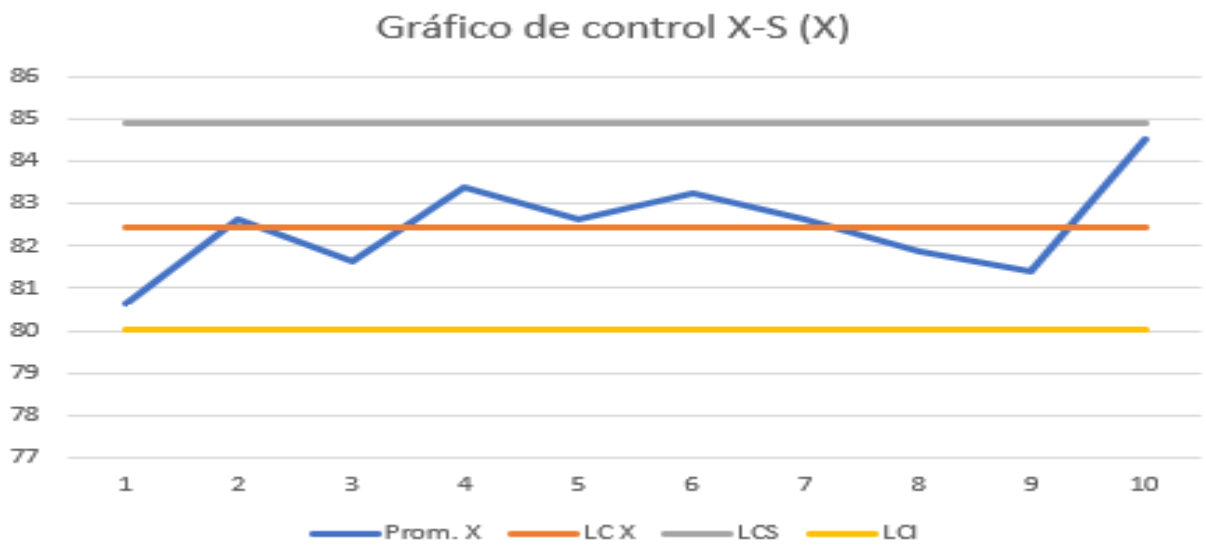
Solución:

*Se tiene 8 subgrupos de 10 lecturas por hora, para calcular los límites de control estadístico. Utilizar la tabla **Anexo 4.***

Tabla: Cálculo de los promedios, desviación estándar y límites de control.

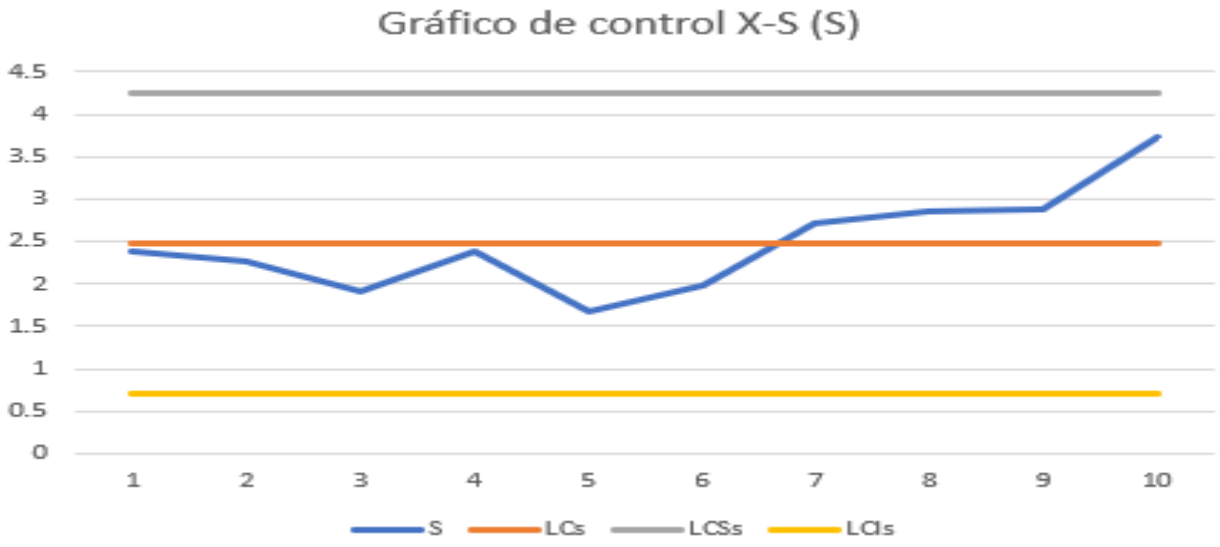
Prom. X	LC X	LCS	LCI	S	LCs	LCSs	LCIs
80.625	82.45	84.86963	80.03037	2.3867192	2.4816722	4.2585495	0.7047949
82.625	82.45	84.86963	80.03037	2.2638463	2.4816722	4.2585495	0.7047949
81.625	82.45	84.86963	80.03037	1.9226098	2.4816722	4.2585495	0.7047949
83.375	82.45	84.86963	80.03037	2.3867192	2.4816722	4.2585495	0.7047949
82.625	82.45	84.86963	80.03037	1.685018	2.4816722	4.2585495	0.7047949
83.25	82.45	84.86963	80.03037	1.9820624	2.4816722	4.2585495	0.7047949
82.625	82.45	84.86963	80.03037	2.7222627	2.4816722	4.2585495	0.7047949
81.875	82.45	84.86963	80.03037	2.8504386	2.4816722	4.2585495	0.7047949
81.375	82.45	84.86963	80.03037	2.8753882	2.4816722	4.2585495	0.7047949
84.5	82.45	84.86963	80.03037	3.7416574	2.4816722	4.2585495	0.7047949

Grafica de promedios *:*



Bajo control

Grafica de Desviación estándar*:*



Bajo Control

Tabla de análisis de Capacidad del Proceso

Datos				
A3	0.975			
B4	1.716			
B3	0.284			
Etapa 2				
$\bar{s}$	2.48167			
C4	0.9727			
LES	90			
LEI	70			
$\bar{\bar{x}}$	82.45			
σ	2.5513211			
CP	1.3	VARIACIÓN NO ACEPTABLE		
CPU	0.98			
CPL	1.62			
CPk	0.98	NO CUMPLE TOLERANCIAS		
Etapa 3				
LES	90			
LEI	70			
N	80			
$\bar{\bar{x}}$	82.45			
σ	2.5513211			
Zu	2.95	0.0016	0.16%	1600
ZL	4.87	0	0%	0
			0.16%	1,600 PPM

El indicador Cp = 1.30 cuyo valor es menor a 1.33 ,por lo tanto no es satisfactorio de manera estricta.

El indicador Cpk = 0.98 cuyo valor también es menor a 1.33 ,por tanto el proceso no cumple las especificaciones requeridas para el proceso.

Valores de "z" :

Del lado derecho **(Zu**) con respecto la tolerancia superior se sale un **0.16%** de piezas defectuosas ,donde representa **1,600PMM.**

Del lado izquierdo **(Zl)** con respecto a la tolerancia inferior se sale un 0 **%** de piezas defectuosas, donde representa **0 PMM.**

El total de % fuera de especificaciones = 0.16 %

El total de PMM fuera de especificaciones = 1,600 PMM

Conclusiones :

-El proceso está bajo control estadístico. Por lo tanto, se pueden realizar cambios en el proceso para mejorar la variación y así cumplir las especificaciones.

-La capacidad del proceso no es satisfactoria los valores de Cp y Cpk deben ser mayores o igual a 1.33

-los valores de "z" nos muestran el desperdicio(scrap) de piezas defectuosas en el proceso .donde solo por el lado derecho de las tolerancias hay desperdicio. El cual piezas más grandes.

-Tabla de constantes de graficas de control ver **Anexo 4**

-Formato de Variables Grafica X – R ,X –S, Xi-RM ver ***Anexo 5***

-Tablas de valores de Z ver ***Anexo 6***

-Tabla de valores de CPK ver ***Anexo 7***

2.2.3 Grafico Xi –RM de individuales.

Es una gráfica de observaciones individuales, una por una, y es útil cuando solo una observación puede ser convencionalmente obtenida, por lote o parte del material.

La grafica de individuales no es tan sensitiva como la gráfica X-R. De cualquier forma, Esta grafica elude posibles errores concernientes al promedio de los subgrupos y los límites de Control , para la gráfica de individuales pueden ser directamente comparadas contra los límites de especificación.

La grafica de individuales X, también llamada Xi o solo X, es usada para monitorear y detectar cambios en la media del proceso por la evaluación de la consistencia de mediciones individuales de una sola característica.

Por qué los puntos graficados representan mediciones individuales, el tamaño del subgrupo es uno.

Pasos para hacer la gráfica Xi –RM (son los mismos que en el caso de las gráficas de X testada y R, excepto que se usan fórmulas distintas)

Para calcular los límites de control se debe Utilizar las formulas siguientes para Xi – RM:

Nota : Ver las constantes E2,D3 y D4 en la tabla general **Anexo 4**

Limites Individuales	Limites Rango Móvil
$LCS = \overline{Xi} + E2\,\overline{RM}$	$LCS = D4\,\overline{RM}$
$LC = \overline{Xi}$	$LC = \overline{RM}$
$LCI = \overline{Xi} - E2\,\overline{RM}$	$LCI = D3\,\overline{RM}$

Ejemplo:

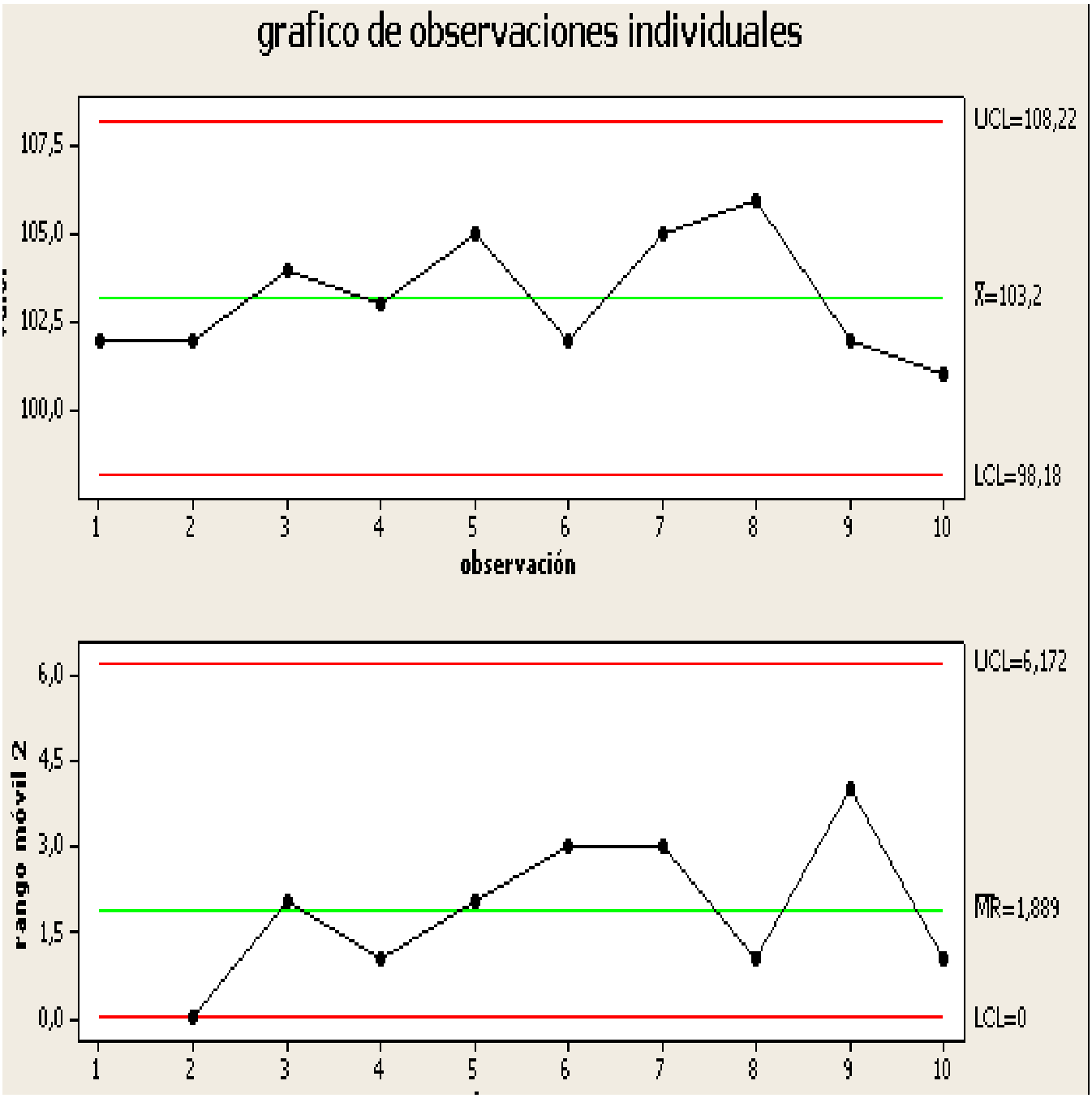


Fig. 35 Grafica Xi - RM

Ejercicio propuesto:

1.-Se desea analizar la variación de la máquina de llenado de papas fritas al envase del producto. Se registra una lectura como muestra cada hora.

Elaborar la gráfica Xi – RM, según especificaciones del proceso. Realizar el análisis completo (Grafica de Control, Capacidad del proceso,Cp.Cpk,Zu,Zl,% ,PPM así como sus conclusiones.

Datos: **Especificaciones: 40 + / - 3 gr**

Subgrupo	Lectura
1	40 gr
2	37 gr
3	37 gr
4	43 gr
5	38 gr
6	40 gr
7	44 gr
8	43 gr
9	37 gr
10	39 gr
11	40 gr
12	41 gr
13	36 gr

Ver Solución ***Anexo 9.***

2.3 Capacidad de proceso ,Cp, Cpk y Cpm.

Al planear los aspectos de **calidad** de la manufactura, nada es más importante que asegurarse de antemano de que el proceso productivo será capaz de mantener las tolerancias.

La **habilidad del proceso** proporciona una predicción **cuantitativa** de qué tan adecuado es un proceso. La habilidad del proceso es la variación medida, inherente del producto que se obtiene en ese proceso. En este contexto, la habilidad permite entre otras cosas establecer **límites de especificación** realistas.

La fórmula para el cálculo de la ***habilidad del proceso*** que más se usa es: **Habilidad del Proceso = +- 3σ (un total de 6σ)** donde **σ** es la ***desviación estándar del proceso*** cuando se encuentra bajo **control estadístico**.

Adicionalmente si el proceso está centrado en la **especificación nominal** y sigue una **distribución de probabilidad** normal, 99,73% de la producción estará a menos de **3σ** de la especificación nominal.

En este contexto la tasa de habilidad de un proceso **Cp** se refiere a la variación en un proceso alrededor del **valor promedio**, obteniéndose a través de la siguiente fórmula (notar que se usa **6S** como estimación de **6σ**):

$$C_p = \frac{Rango\ de\ Especificación}{Habilidad\ del\ Proceso} = \frac{LES - LEI}{6S}$$

Un proceso que cumple bien con los límites de especificación (rango de especificación = **+- 3σ**) tiene un **Cp=1**. Lo crítico de muchas aplicaciones y la realidad de que el promedio del proceso ***no*** permanecerá en el punto medio del rango de especificación ***sugiere que Cp debe ser al menos 1,33***.

En este contexto es útil tener un índice de habilidad que refleje ambas variaciones y la localización del promedio del proceso. Tal índice es **Cpk** o índice de ***capacidad del proceso***, el cual refleja la proximidad de la media actual del proceso al **Límite de Especificación Superior** (**LES**) o al **Límite de Especificación Inferior** (**LEI**).

$$C_{pk} = Min[\frac{\bar{\bar{X}} - LEI}{3S}; \frac{LES - \bar{\bar{X}}}{3S}]$$

Si el promedio actual es igual al punto medio del rango de especificación, entonces Cpk=Cp.

Adicionalmente si un proceso se encuentra en control estadístico, la siguiente relación se cumple para usar **S** como una estimación de **σ** (desviación estándar):

$$S = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Ejemplos:

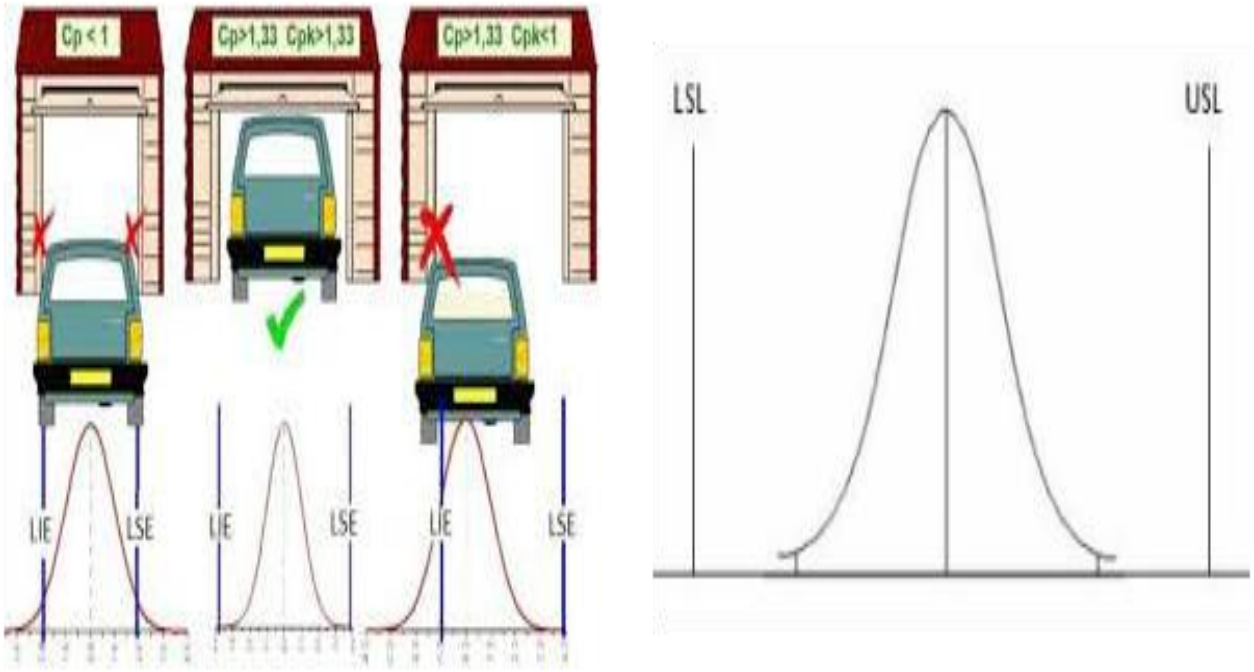


Fig. 36 Capacidad de Proceso.

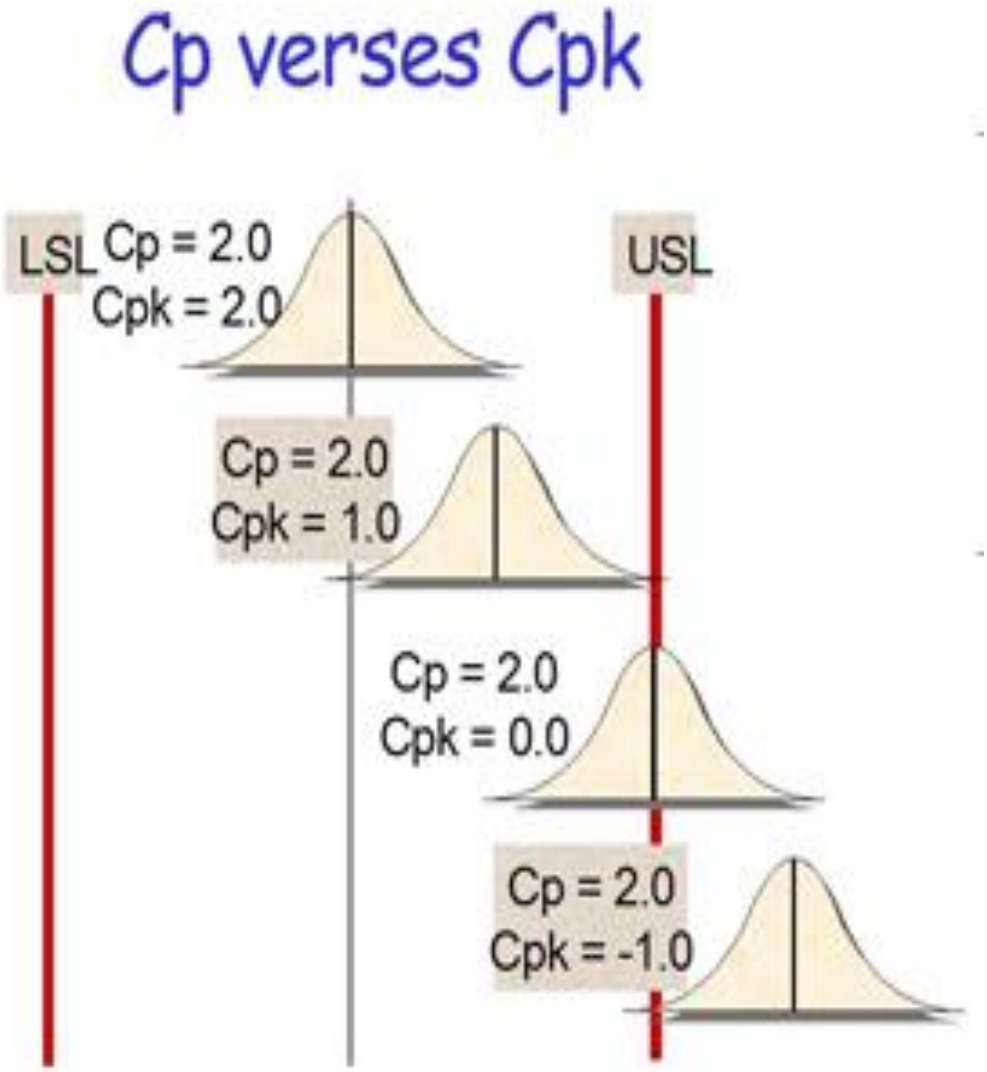


Fig 37 Diagrama de Relación Cp y Cpk

Indice Cpm (Indice de Taguchi)

El sistema de Ingenería de Calidad del Dr. Genichi Taguchi es uno de los más grandes logros en Ingeniería del siglo XX. Él es mundialmente conocido como el líder del movimiento para la Calidad Industrial de los Estados Unidos, y se le acredita el haber iniciado el movimiento del diseño robusto en Japón desde hace más de 30 años.

La filosofía del Dr. Taguchi comenzó a tomar forma en los inicios de la década de los 50's cuando fue reclutado para ayudar a mejorar el sistema telefónico japonés que había sido dañado por la Segunda Guerra Mundial.

Al encontrar deficiencias en enfoques tradicionales de ensayo y error para identificar problemas, él eventualmente desarrolló su propia metodología integrada para el diseño de experimentos.

Los índices Cp y Cpk están pensados a partir de lo importante que es reducir la variabilidad de un proceso para cumplir con las especificaciones. Sin embargo desde el punto de vista de Genichi Taguchi, cumplir con las especificaciones no es sinónimo de buena calidad y la reducción de la variabilidad debe darse en torno al valor nominal (calidad optima).

Es decir la mejora de un proceso según Taguchi debe estar orientada a reducir su variabilidad alrededor del valor nominal, N y no solo para cumplir con especificaciones.

En consecuencia, Taguchi (1986) propone que la capacidad de un proceso se mida con el índice Cpm .

Los índices de capacidad son criterios empleados en el control de calidad, ampliamente aceptados por la industria manufacturera, y tienen relevancia cuando son empleados para monitorear el desempeño de un sistema productivo que opera bajo control estadístico, en cuanto al cumplimiento de las especiaciones técnicas requeridas y exigidas para la fabricación de un producto [2].

$$C_{pm} = \frac{ES - EI}{6\tau} \rightarrow C_{pm} = \frac{ES - EI}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu - N)^2}} \qquad (1)$$

El Índice de Taguchi (C_{pm}), según la expresión matemática (1), analiza los límites establecidos por el área técnica y la tolerancia o variación natural del proceso, pero se diferencia de los otros índices de capacidad, porque contiene en su fórmula el valor nominal (N), lo que se puede traducir, según Taguchi en el sentido que la mejora de un proceso debe estar enfocada a disminuir su variación con respecto al valor nominal, y no solo a tener en cuenta las especificaciones técnicas del producto [3].

Los rangos a través de los cuales se puede interpretar el índice de Taguchi son:

Cpm < 1: el proceso no cumple con las especificaciones.

Cpm > 1: el proceso cumple con las especificaciones.

Cpm > 1,33: el proceso cumple con las especificaciones, y la μ está cerca de las especificaciones.

Caso de Estudio con Aplicación de Software (SPC):

1.-En la Planta Color in Box , Industria Maquiladora en Tijuana, Donde se fabrican pinturas en polvo en envase de plástico. Se desea elaborar y analizar la gráfica de control X –R de la máquina de llenado de producto CNC-01 , numero de parte shaft AX, a partir de la siguiente información. Donde en cada periodo de inspección de 20 subgrupos se tomaron cinco piezas. La empresa desea conocer el estado de control y la capacidad del proceso a través de los indicadores Cp y Cpk , para mantener a sus clientes satisfechos en la entrega de sus productos, cumpliendo así los requerimientos.

Datos : **Especificaciones** **LEI = 475 gr** **LES = 525 gr**

Muestra	SG 01	SG 02	SG 03	SG 04	SG 05	SG 06	SG 07
1	504	508	497	504	496	493	494
2	497	505	508	497	498	507	498
3	497	492	496	494	502	496	498
4	497	494	501	498	493	504	506
5	498	492	496	500	494	507	497

SG 08	SG 09	SG 10	SG 11	SG 12	SG 13	SG 14	SG 15
494	507	499	500	496	494	505	499
502	501	507	504	505	494	495	495
502	497	498	496	493	502	496	496
498	494	498	494	500	503	502	498
502	500	499	500	499	494	502	500

SG 16	SG 17	SG 18	SG 19	SG 20
498	508	495	493	495
498	506	497	499	497
499	506	492	506	500
507	493	500	504	497
500	503	502	498	492

Solución: Son 20 subgrupos de 5 lecturas cada uno, él valor de las constantes se tomará en la tabla **Anexo #4**,en base a 5 lecturas. Para realizar el cálculo de los límites de control estadístico.

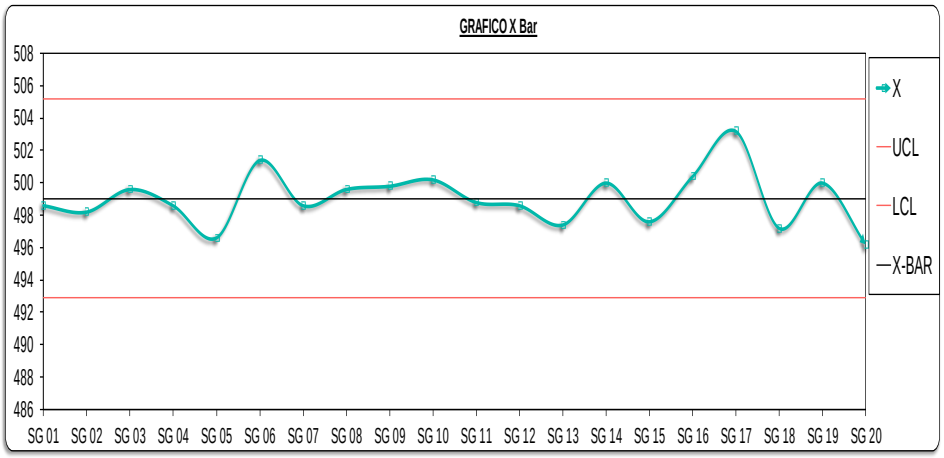
GRAFICOS DE CONTROL (X-R) Y CAPACIDAD DEL PROCESO (Cp,Cpu,Cpl,Cpk)

Parametro a medir	Peso (Gramos)	No. De Parte	Shaft AX	No. Maquina	CNC-01	Fecha	17/01/2023
Tamaño esperado	500 ± 25 gram	Tolerancias	475 a 525	Auditor	David	SG	Sub Grupo

Muestra	SG 01	SG 02	SG 03	SG 04	SG 05	SG 06	SG 07	SG 08	SG 09	SG 10	SG 11	SG 12	SG 13	SG 14	SG 15	SG 16	SG 17	SG 18	SG 19	SG 20	n	d2	A2	D4
1	504	508	497	504	496	493	494	494	507	499	500	496	494	505	499	498	508	495	493	495	1.00	1.12	2.66	3.27
2	497	505	508	497	498	507	498	502	501	507	504	505	494	495	495	498	506	497	499	497	2.00	1.13	1.88	3.27
3	497	492	496	494	502	496	498	502	497	498	496	493	502	496	496	499	506	492	506	500	3.00	1.69	1.02	2.57
4	497	494	501	498	493	504	506	498	494	498	494	500	503	502	498	507	493	500	504	497	4.00	2.06	0.73	2.29
5	498	492	496	500	494	507	497	502	500	499	500	499	494	502	500	500	503	502	498	492	5.00	2.33	0.58	2.11
																	SUMA de X			9980.60				

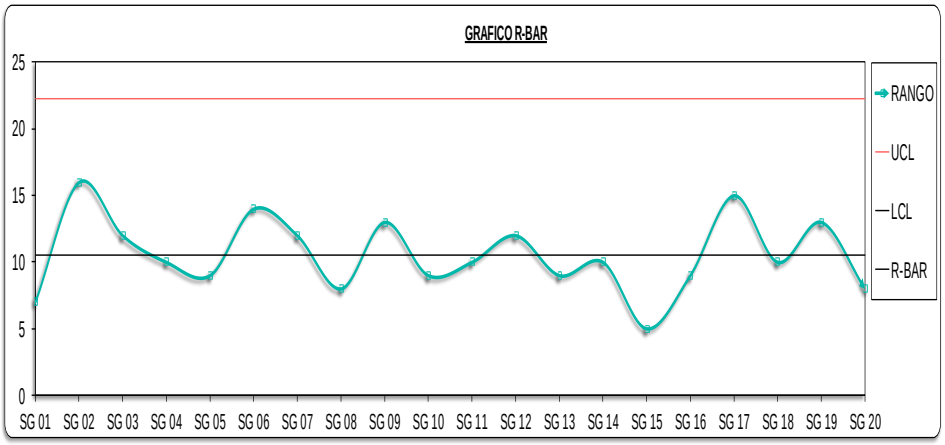
$\bar{X}$	498.6	498.2	499.6	498.6	496.6	501.4	498.6	499.6	499.8	500.2	498.8	498.6	497.4	500.0	497.6	500.4	503.2	497.2	500.0	496.2
R	7.0	16.0	12.0	10.0	9.0	14.0	12.0	8.0	13.0	9.0	10.0	12.0	9.0	10.0	5.0	9.0	15.0	10.0	13.0	8.0

$\bar{\bar{X}}$	SUM $\bar{X}$1+..+$\bar{X}$n/n	499.030
$\bar{R}$	SUM R1+..+Rn/n	10.550
SIGMA	$\bar{R}$/d2	4.5279
3 SIGMA	3 * $\bar{R}$/d2	13.5837
6 SIGMA	6 * $\bar{R}$/d2	27.1674
Cp =	USL-LSL/6 SIGMA	1.84



CPU	USL - $\bar{\bar{X}}$ / 3 SIGMA	1.91
CPL	$\bar{\bar{X}}$ - LSL / 3 SIGMA	1.77
CPK	MIN CPU or CPL	1.77

USL	525.000
LSL	475.000



FOR X

UCL	$\bar{\bar{X}}$ + A2.$\bar{R}$	505.149
LCL	$\bar{\bar{X}}$ - A2.$\bar{R}$	492.911
CONTROL LIMIT		12.238

FOR R (D3 = 0)

UCL	D4.$\bar{R}$	22.261
LCL	D3.$\bar{R}$	0.000

CP	1.84

CPK	1.77

Analisis : 1. Estatus del proceso

CONTROLADO?
SI

Conclusiones :

-El proceso está bajo control estadístico.

El indicador Cp = 1.84 cuyo valor es mayor a 1.33 ,por lo tanto es muy satisfactorio ,lo cual indica que el proceso tiene poca variación.

El indicador Cpk = 1.77 cuyo valor también es mayor a 1.33 ,por tanto el proceso cumple las especificaciones requeridas para el proceso.

-La capacidad del proceso es satisfactoria los valores de Cp y Cpk son mayores a 1.33.

-La maquina CNC- 01 trabaja y cumple de manera ordenada los requerimientos del proceso.

Unidad 3

Graficas de Control para Atributos

Competencias Genéricas		
Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica • Conocimientos sobre el área de estudio de la profesión • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente • Habilidades para buscar, procesar, y analizar información procedente de diversas fuentes • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad para tomar decisiones y solución de problemas • Compromiso con la calidad		
Competencias Especificas	**Actividades de Aprendizaje**	**Evaluación por competencias**
Identifica el tipo de atributo que representa la característica de calidad a controlar. • Diseña e Implementa los gráficos de control para reducir la variabilidad, monitorear, así como, para estimar los parámetros del proceso o producto.	Aplica los conocimientos sobre variables discretas en los gráficos de control. • Aplica los fundamentos de intervalos de confianza y pruebas de hipótesis en los gráficos de control, con base a los conocimientos enfocados a controlar y/o mejorar la calidad de productos y procesos industriales. • Realiza visitas industriales para observar la planeación, control y mejora de la calidad del producto y/o proceso industrial. • Realiza ejercicios y aplica los gráficos de control por atributos en problemas reales de calidad en las empresas. • Utiliza software para el control estadístico del proceso.	• Tareas de investigación. • Participación y exposiciones. • Examen escrito. • Portafolio de evidencias. • Rubricas. • Ejercicios propuestos. • Resolución de casos reales

Unidad 3:

Graficas de Control para Atributos.

3.1. Conceptos generales de Atributos.

Atributo: Característica de calidad que no puede ser medida solo visual o de prueba (pasa- no pasa).

Las gráficas de control por atributos constituyen una herramienta esencial utilizada para controlar características de calidad con sólo dos situaciones posibles, como, por ejemplo: conforme/disconforme, funciona/ no funciona, defectuoso/no defectuoso, presente/ausente, etc.; o bien para características que se puedan contar, como número de manchas, número de golpes, número de rayas, etc.

Las especificaciones de calidad son las medidas deseadas de las características de la calidad en un producto o servicio. Por lo general, los gráficos por atributos no ofrecen tanta información como los gráficos por variables, ya que una medición numérica es más informativa que la sola clasificación de una unidad como conforme o disconforme.

Objetivos:

- Estudiar la marcha de la calidad de forma menos costosa
- Obtener un nivel de calidad aceptable
- Determinar aquellas características que debieran ser controladas mediante gráficos de control por atributos.

Criterios para analizar las piezas:

- Por productos defectuosos
- Por número de defectos
- Muestras de tamaño constante

- Muestras de tamaño variable

Tipos de Graficas de Control para atributos :

Grafica P	*Porcentaje de unidades defectuosas.* *Los tamaños de muestra variable.*
Grafica Np	Número de unidades defectuosas. Tamaño de muestra debe ser constante.
Grafica C	Numero de Defectos (errores, quejas del cliente, etc.). Tamaño de Muestra constante.
Grafica U	Numero de Defectos por unidad. Tamaño de muestra variable.

Fig. 38 Clasificación de graficas por atributos.

Anexo 12. *Formato para carta para Atributos*

3.2 Elaboración e interpretación de gráficas para atributos.

3.2.1 Grafica P

Graficas de porcentaje de unidades defectuosas o fracción defectiva P.

El porcentaje de artículos defectivos se expresa como fracción decimal para el cálculo de los límites de control. La fracción, sin embargo, se convierte generalmente en porcentaje cuando se transcribe en la gráfica y se usa en la presentación general de los resultados. Las muestras que se utilizan para elaborar esta gráfica son de tamaño variable. Las defectuosas son aquellas piezas que no cumplen con especificaciones y es causa de rechazo.

Interpretación de las Gráficas para atributos.

La función primaria de una Gráfica de Control es:

1. Mostrar el comportamiento de un proceso.

2. Identificar la existencia de causas de variación especiales (proceso fuera de control).

3. Monitorear las variables claves en un proceso de manera preventiva.

4. Indicar cambios fundamentales en el proceso.

Pasos para elaborar las gráficas:

Elección del tipo de gráfica

***Paso 1**: Establecer los objetivos del control estadístico del proceso.*

***Paso 2:** Identificar la característica a controlar.*

Es necesario determinar qué característica o atributo del producto/servicio o proceso se van a controlar para conseguir satisfacer las necesidades de información establecidas en el paso anterior.

***Paso 3:** Determinar el tipo de Gráfica de Control que es conveniente utilizar.*

Conjugando aspectos como:Tipo de información requerida.Características del proceso.

***Paso 4:** Elaborar el plan de muestreo (Tamaño de muestra, frecuencia de muestreo y número de muestras)*

Las Gráficas de Control por Atributos requieren generalmente tamaños de muestras grandes para poder detectar cambios en los resultados.

***Paso 5:** Recoger los datos según el plan establecido*

Se tendrá un especial cuidado de que la muestra sea aleatoria y representativa de todo el periodo de producción o lote del que se extrae.

***Paso 6**: Calcular la fracción de unidades*

Para cada muestra se registran los siguientes datos:

1.El número de unidades inspeccionadas "n".

2.El número de unidades no conformes.

3. El número de defectos en una pieza

***Paso 7:** Calcular los Límites de Control.*

***Paso 8**: Definir las escalas de la gráfica*

El eje horizontal representa el número de la muestra en el orden en que ha sido tomada.

El eje vertical representa los valores de la fracción de unidades

La escala de este eje irá desde cero hasta dos veces la fracción de unidades no conformes máxima.

***Paso 9:** Representar en el gráfico la Línea Central y los Límites de Control*

***Paso 10**: Incluir los datos pertenecientes a las muestras en la gráfica*

Representar cada muestra con un punto, buscando la intersección entre el número de la muestra (eje horizontal) y el valor de su fracción de unidades no conformes (eje vertical).

Unir los puntos representados por medio de trazos rectos.

***Paso 11**: Comprobación de los datos de construcción de la Gráfica de Control.*

***Paso 12**: Análisis y resultados*

La Gráfica de Control, resultado de este proceso de construcción, se utilizará para el control habitual del proceso.

Fórmulas para calcular los límites de control para Atributos:

	Tipo de gráfico de control	*Límites de control*
De atributos	Proporción de unidades defectuosas (p)	$LCS = \bar{p} + 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/\bar{n}}$ $LCI = \bar{p} - 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/\bar{n}}$
	Número de unidades defectuosas (np)	$LCS = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$ $LCI = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$
	Número de defectos (c)	$LCS = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$ $LCI = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$
	Número de defectos por unidad (u)	$LCS = \bar{u} + 3\sqrt{\bar{u}/n}$ $LCI = \bar{u} - 3\sqrt{\bar{u}/n}$

Fig. 39 Tabla de fórmulas por atributos

Donde ; Grafica P

P = % de Unidades defectuosas **= np/n =** número de defectuosas / muestra Inspeccionada **x100**

$\bar{n}$ **=** Promedio de muestra = suma de muestras / no. de subgrupos

$\bar{P}$ **=** Promedio de % defectuosas **=** suma de np / suma de n **x 100**

Ejemplo:

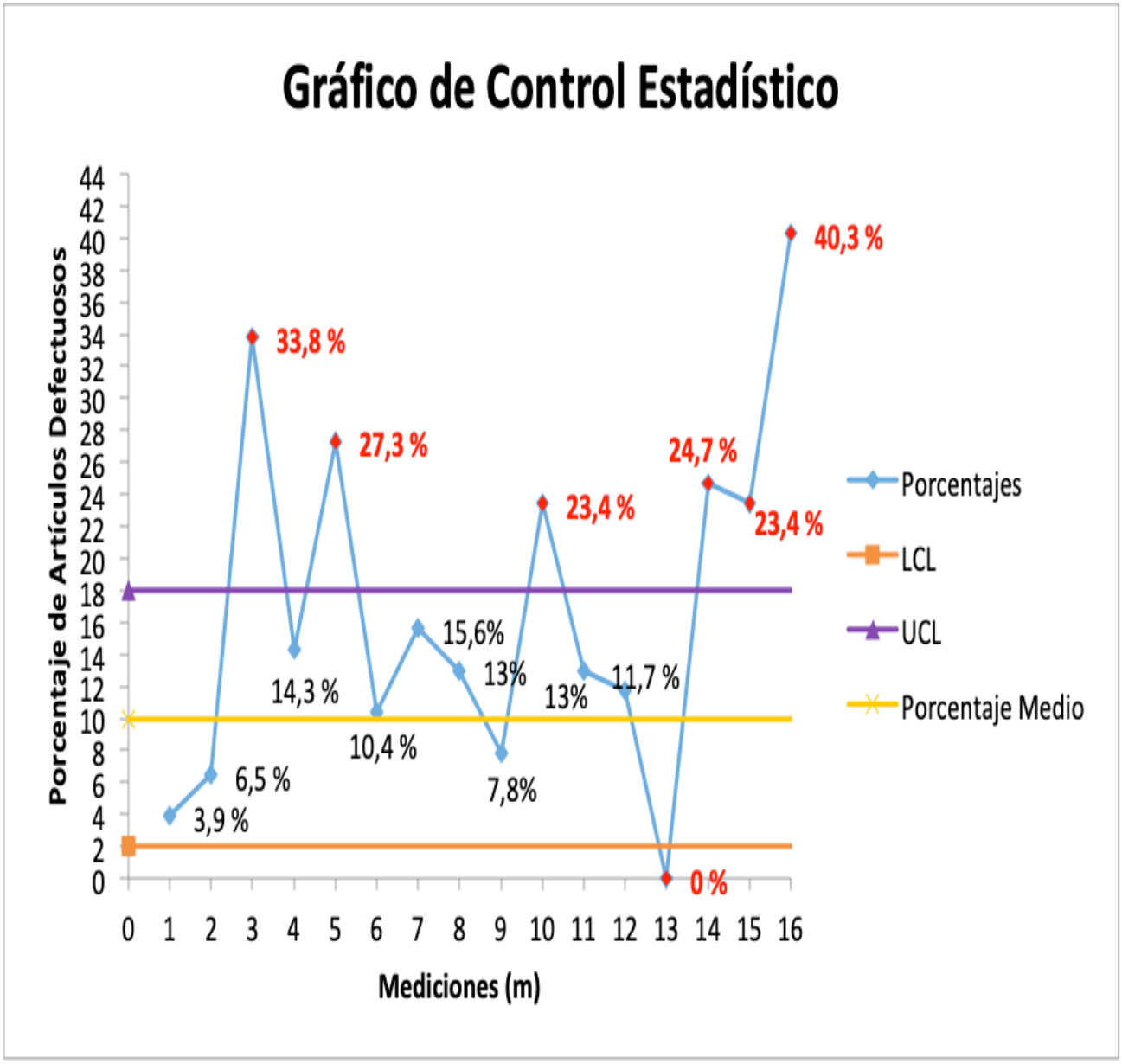


Fig. 40 Grafica de control P

Ejercicio práctico:

1.Se requiere elaborar la Gráfica de Control " P " del periodo de los últimos 15 días de manufactura del modelo 23AJZ,para analizar la variación en el punto de inspección .

Datos:

Donde ***N =*** *productos Inspeccionados* ***,*** ***NP =*** *productos Defectuosos*

No. De muestra	N	NP
1	2822	224
2	2087	379
3	2088	413
4	1746	452
5	2076	121
6	2164	241
7	2855	175
8	2560	365
9	2545	44
10	1874	221
11	2329	324
12	2744	130
13	2619	277
14	2211	55
15	1746	319
	34466	3740

Solución:

Tabla: Calculo de valores " P" por subgrupo y límites de Control Estadístico.

No. De muestra	N	NP	%P	LCS	LC	LCI
1	2822	224	7,937632884	12,79784079	10,85127372	8,904706646
2	2087	379	18,16003833	12,79784079	10,85127372	8,904706646
3	2088	413	19,77969349	12,79784079	10,85127372	8,904706646
4	1746	452	25,88774341	12,79784079	10,85127372	8,904706646
5	2076	121	5,828516378	12,79784079	10,85127372	8,904706646
6	2164	241	11,13678373	12,79784079	10,85127372	8,904706646
7	2855	175	6,129597198	12,79784079	10,85127372	8,904706646
8	2560	365	14,2578125	12,79784079	10,85127372	8,904706646
9	2545	44	1,728880157	12,79784079	10,85127372	8,904706646
10	1874	221	11,79295624	12,79784079	10,85127372	8,904706646
11	2329	324	13,91155002	12,79784079	10,85127372	8,904706646
12	2744	130	4,737609329	12,79784079	10,85127372	8,904706646
13	2619	277	10,57655594	12,79784079	10,85127372	8,904706646
14	2211	55	2,487562189	12,79784079	10,85127372	8,904706646
15	1746	319	18,27033219	12,79784079	10,85127372	8,904706646

N media	2297,733333
P media	10,85127372 %
LCS	12,79784079 %
LC	10,85127372 %
LCI	8,904706646 %

Grafica de Control 'P"

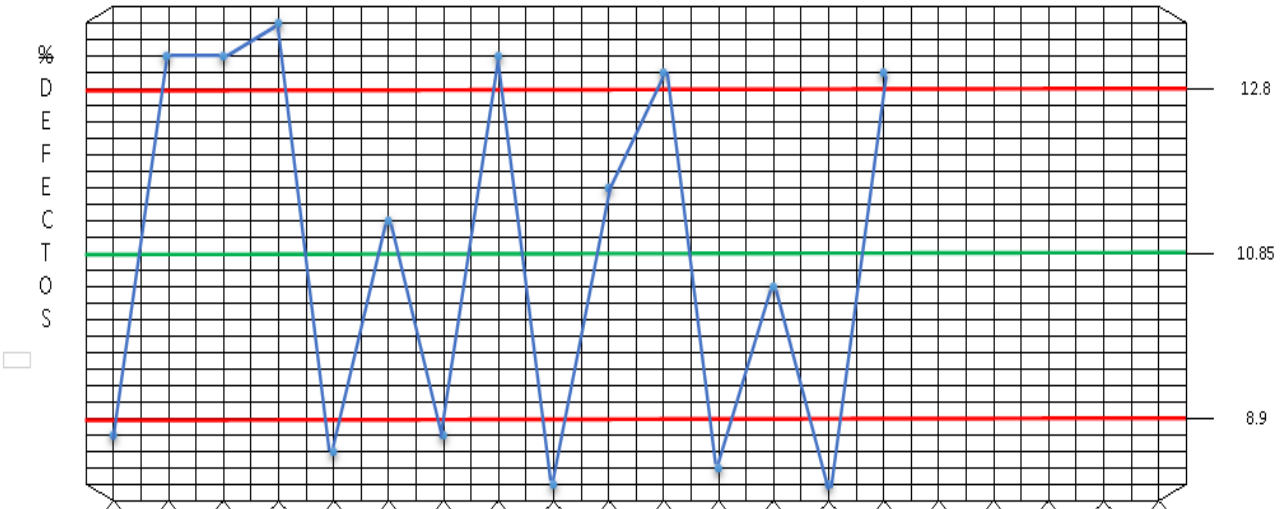
Grafica P

Control estadistico de procesos

MES / AÑO: nov-20 HOJA NO:

NOMBRE DE LA PARTE: NUMERO DE PARTE: OPERACIÓN: MODELO:

ESPECIFICACION: CARACTERISTICAS:



	SUBGRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	FECHA	01-feb	02-feb	03-feb	04-feb	05-feb	06-feb	07-feb	08-feb	09-feb	10-feb	11-feb	12-feb	13-feb	14-feb	15-feb					
	HORA																				
	PO																				
	RESISTENCIA																				
DEFECTO	1																				
	2																				
	3																				
	4																				
	5																				
	DEFECTUOSAS	224	379	413	452	121	241	175	365	44	221	324	130	277	55	319					
	TAMAÑO DEL SUBGRUPO	2822	2087	2088	1746	2076	2164	2885	2560	2545	1874	2329	2744	2619	2211	1746					
	% DEFECTUOSO	7.94	18.16	19.78	25.89	5.83	11.14	6.13	14.26	1.73	11.79	13.91	4.74	10.58	2.49	18.27					

Conclusiones :

-La grafica esta fuera de control estadístico, se debe corregir e investigar las causas fuera de control.Para mejorar la variación del proceso.

-El proceso presenta una capacidad de 10.85 % de piezas defectuosas. Lo cual equivale a 108,500 PMM.

Ejercicio propuesto:

2.-Elaborar *la Gráfica de Control " P " del periodo de los últimos 17 días de manufactura del modelo 5790.Analizar la variación del proceso.*

Datos:

Donde ***N =*** *productos Inspeccionados* ***,*** ***NP =*** *productos Defectuosos*

No. De muestra	***N***	***NP***
1	***116***	***23***
2	***218***	***51***
3	***178***	***10***
4	***188***	***29***
5	***332***	***44***
6	***198***	***11***
7	***253***	***37***
8	***406***	***73***
9	***144***	***24***
10	***282***	***32***
11	***208***	***47***
12	***156***	***3***
13	***317***	***29***
14	***321***	***63***
15	***260***	***17***
16	***215***	***23***
17	***293***	***29***
	4085	***545***

Ver solución ***Anexo 10.***

3.2.2 Grafica NP.

Grafica de Unidades Defectuosas.

Esta gráfica es el instrumento estadístico que se utiliza cuando se desea graficar precisamente las unidades defectuosas (disconformes), y no el porcentaje que éstas representan, siendo constante el tamaño de la muestra.

Es necesario establecer la frecuencia para la toma de datos, teniendo en cuenta que los intervalos cortos permiten una rápida retroalimentación del proceso.

Las muestras deben ser suficientemente grandes, de tal modo que encontremos una o varias unidades defectuosas en cada subgrupo.

Elaboración*: Son los mismos pasos de la gráfica P, para elaborar la gráfica NP solo cambian las formulas . ver fig. 39 .*

Ejemplo:

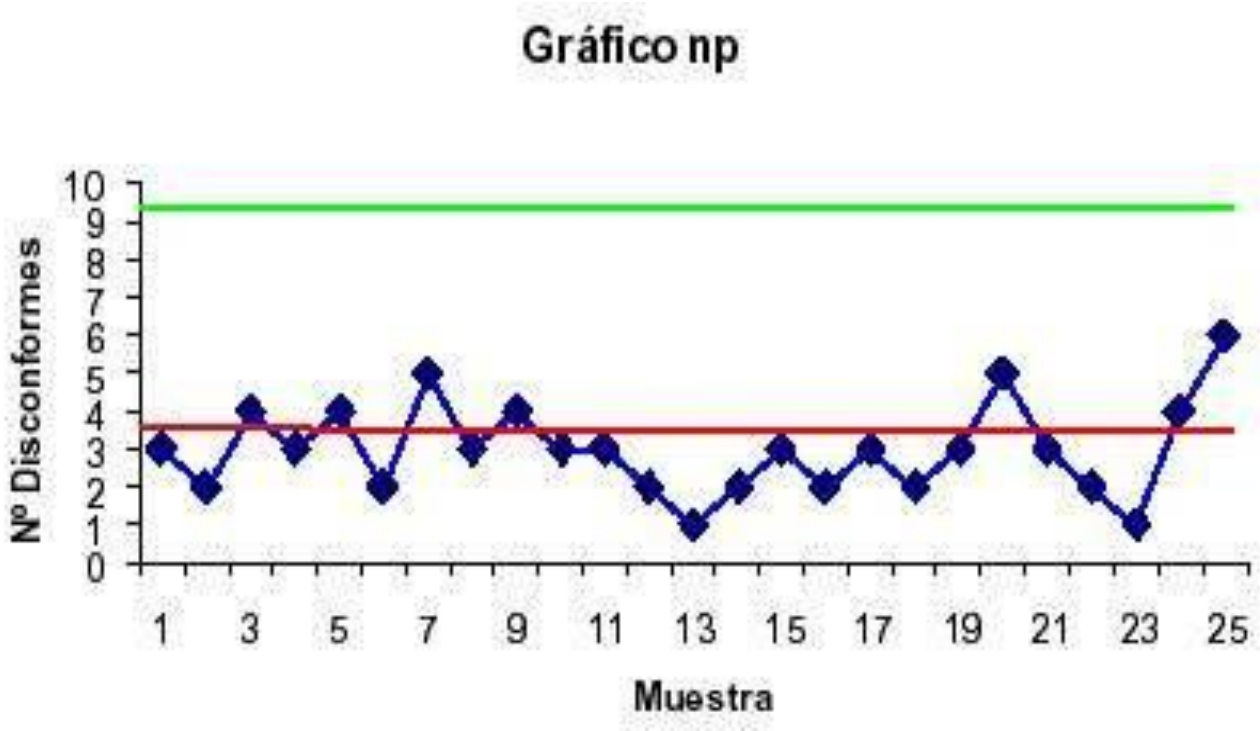


Fig. 41 Grafica de Control NP

Ejercicio practico:

1.-Como el lote de producción de la maquina 44XZ yoks es siempre de 2,300 unidades ,se requiere elaborar la Gráfica de Control Estadístico "Np" para analizar la variación del proceso.

Datos :

Donde ***N =*** *Bandas Inspeccionadas* ***,*** ***NP =*** *Bandas Defectuosas*

NUMERO DE MUESTRA	NUMERO DE BANDAS DISCONFORMES NP	N
1	230	2300
2	435	2300
3	221	2300
4	346	2300
5	130	2300
6	327	2300
7	285	2300
8	98	2300
9	342	2300
10	308	2300
11	456	2300
12	394	2300
13	123	2300
14	331	2300
15	77	2300
16	514	2300
17	131	2300
18	269	2300
19	55	2300
20	407	2300

Solución:

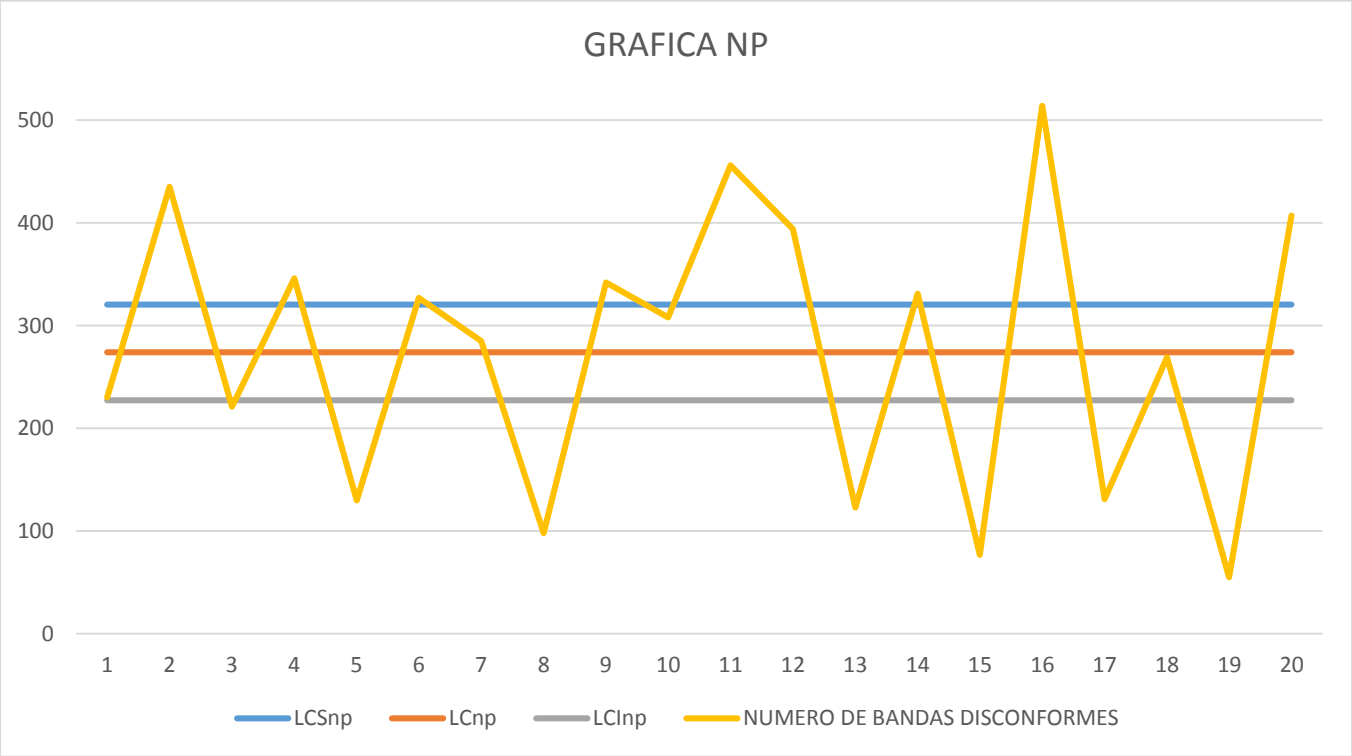
Tabla: Calculo de Límites de Control Estadístico de muestra constante.

NUMERO DE MUESTRA	NUMERO DE BANDAS DISCONFORMES NP	N	LCSnp	LCnp	LCInp
1	230	2300	320.55345	273.95	227.34655
2	435	2300	320.55345	273.95	227.34655
3	221	2300	320.55345	273.95	227.34655
4	346	2300	320.55345	273.95	227.34655
5	130	2300	320.55345	273.95	227.34655
6	327	2300	320.55345	273.95	227.34655
7	285	2300	320.55345	273.95	227.34655
8	98	2300	320.55345	273.95	227.34655
9	342	2300	320.55345	273.95	227.34655
10	308	2300	320.55345	273.95	227.34655
11	456	2300	320.55345	273.95	227.34655
12	394	2300	320.55345	273.95	227.34655
13	123	2300	320.55345	273.95	227.34655
14	331	2300	320.55345	273.95	227.34655
15	77	2300	320.55345	273.95	227.34655
16	514	2300	320.55345	273.95	227.34655
17	131	2300	320.55345	273.95	227.34655
18	269	2300	320.55345	273.95	227.34655
19	55	2300	320.55345	273.95	227.34655
20	407	2300	320.55345	273.95	227.34655

Limites de Control 'NP".

LCSnp	320.55345
LCnp	273.95
LCInp	227.34655

Grafica de control Estadistico NP



Conclusiones :

-La grafica esta fuera de control estadístico, se debe corregir e investigar las causas fuera de control. Para mejorar la variación del proceso.

-El proceso presenta una capacidad de 273.95 de Bandas defectuosas.

Ejercicio propuesto:

2*.-Se requiere analizar el proceso de Montajes en el área de producción, a través de la gráfica "NP".La muestra siempre es constante a 100 piezas.*

Datos: Donde N =Piezas Inspeccionadas , NP = Montajes Disconformes

SUBGRUPO	MONTAJES DISCONFORMES	N
1	1	100
2	11	100
3	3	100
4	7	100
5	8	100
6	10	100
7	5	100
8	13	100
9	0	100
10	19	100
11	24	100
12	6	100
13	9	100
14	21	100
15	15	100
16	28	100
17	2	100
18	6	100
19	7	100
20	4	100
21	9	100
22	29	100

Ver solución ***Anexo 11.***

3.2.3 Grafica C.

Grafica de numero de Defectos.

Estudia el comportamiento de un proceso considerando el número de defectos encontrados en una muestra constante.

La gráfica hace uso del hecho de que artículo es aceptable, aunque presente cierto número de defectos.

Elaboracion *:Son los mismos pasos de la gráfica P, para elaborar la gráfica C, solo cambian las formulas . ver fig. 39* **.**

Ejemplo:

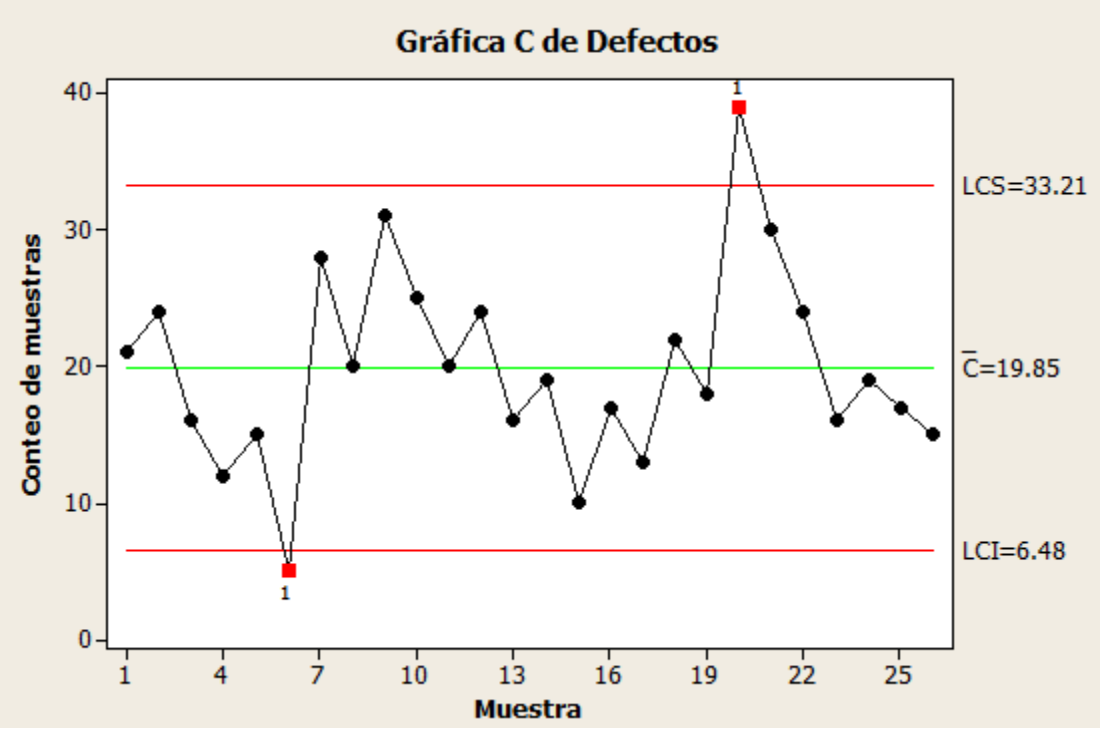


Fig. 42 Grafica de control C

3.2.4 Grafica U.

Grafica de defectos por unidad de muestra variable.

La gráfica u puede ser usada bajo cada una de las siguientes suposiciones:

- Cuando el tamaño muestra varía, de qué modo la gráfica c no se puede usar.

- Determinar qué tipo de defectos no son permisibles en un producto informar de la probabilidad de ocurrencia de los defectos en una unidad.(Criticos, Mayores y Menores).

Elaboración :*Son los mismos pasos de la gráfica P, para elaborar la gráfica U, solo cambian las formulas . ver fig. 39* **.**

Ejemplo:

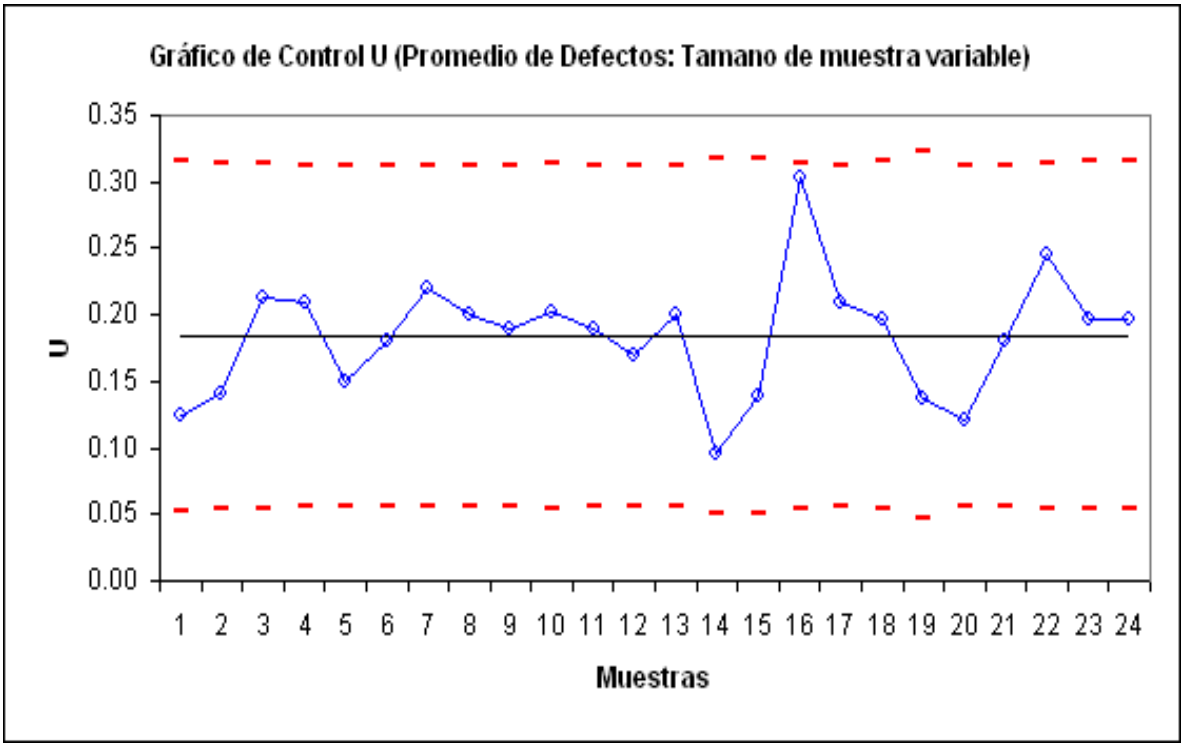


Fig. 43 Grafica de control U

3.3 Capacidad de Proceso.

*En las **gráficas por atributos**, se toma **la línea central** como un indicador de la capacidad **de proceso.***

Ejemplos:

***Grafica " p" = LC** = se tiene una capacidad de el valor en % de unidades defectuosas.*

***Grafica "NP" = LC** =Se tiene una capacidad en el valor de número de unidades defectuosas.*

***Grafica "C" = LC** = Se tiene una capacidad de el valor en número de defectos.*

***Grafica "U" = LC** =Se tiene una capacidad en el valor de defectos por pieza.*

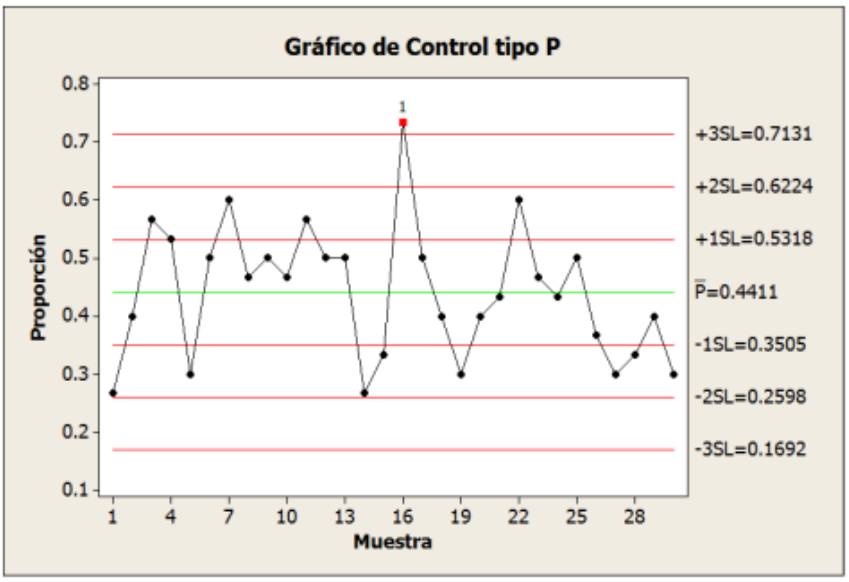


Fig. 44 Grafica de control "P" (capacidad del proceso)

Caso de Estudio con Aplicación de Software (SPC):

1.-El Hotel City Express Tijuana desea conocer la situación de las quejas durante el mes de diciembre 2022 . Donde la atención al cliente es muy importante.

El Ingeniero industrial de la empresa toma los datos de las quejas presentados en un periodo de 20 días .

Datos:

Parametro a medir	**Quejas del Cliente**
Empresa	**Hotel City Express Tijuana**

Periodo	**Diciembre 2022**
Departamento	**Servicio al Cliente**

Dia	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
Quejas	*18*	*7*	*20*	*7*	*15*	*8*	*9*	*8*	*3*	*8*

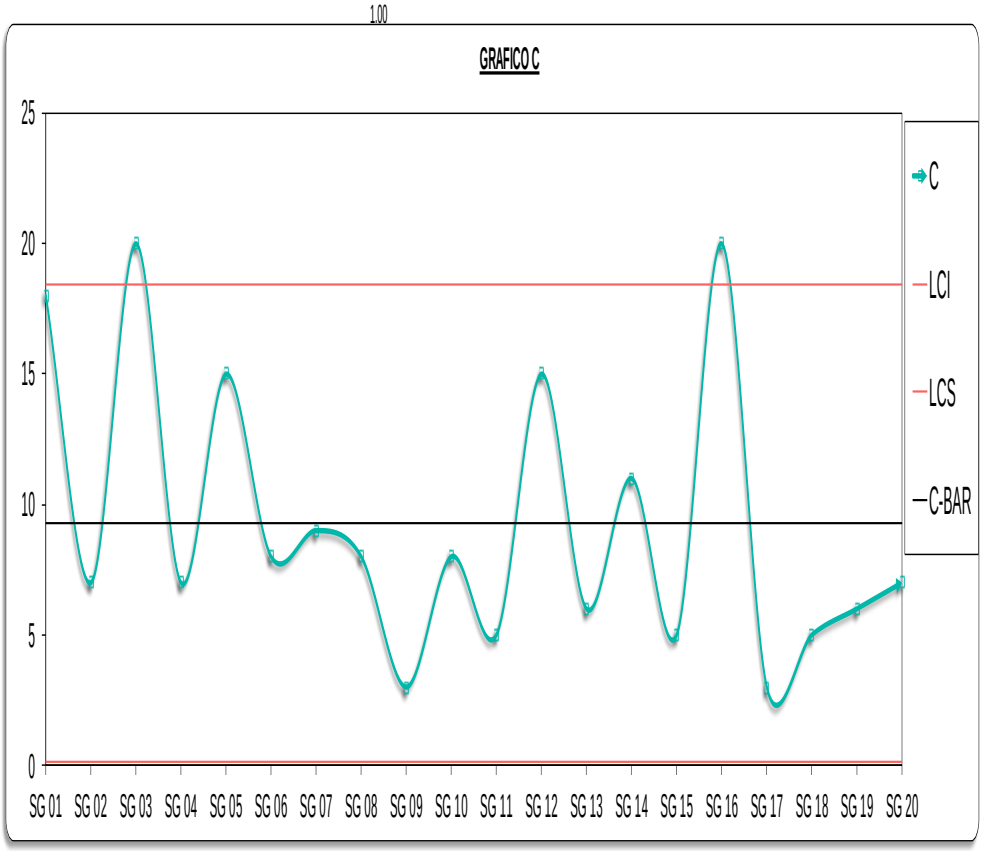
Dia	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	*20*
Quejas	*5*	*15*	*6*	*11*	*5*	*20*	*3*	*5*	*6*	*7*

GRAFICO DE CONTROL (C) SPC

Parametro a medir	Quejas del Cliente	Proyecto	Mejora Continua #17	Periodo	Diciembre	Fecha	18/01/2023
Empresa	Hotel City Express Tijuana	Departamento	Servicio al Cliente	Auditor	Armando Herrera	SG	Sub Grupo

Muestra	SG 01	SG 02	SG 03	SG 04	SG 05	SG 06	SG 07	SG 08	SG 09	SG 10	SG 11	SG 12	SG 13	SG 14	SG 15	SG 16	SG 17	SG 18	SG 19	SG 20
1	18	7	20	7	15	8	9	8	3	8	5	15	6	11	5	20	3	5	6	7

CBAR	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300
LCS	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449	18.449
LCI	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15



SUMA de C	186.00
n (tamaño de la muestra)	20.0

CBAR	SUM C1+..+Cn/n	9.300
SIGMA	RcuadCBAR	3.050
3 SIGMA	3 * RcuadCBAR	9.1488
6 SIGMA	6 * RcuadCBAR	18.2975

CBAR	SUM X1+..+Xn/n	9.300
LCI	RcuadCBAR	0.151
LCS	3 * RcuadCBAR	18.449

Analisis : 1. Estatus del proceso

Conclusiones :

-La grafica esta fuera de control estadístico, los días 3 y 16 están por arriba del límite de control superior ,donde se debe corregir e investigar las causas fuera de control. Para mejorar la variación del proceso.

-El proceso de servicio presenta una capacidad de 9.3 quejas.

-El equipo de mejora # 17 debe elaborar primero un diagrama de Pareto para determinar las principales quejas .

-Posteriormente debe elaborar un diagrama de causa-efecto para determinar las causas principales de cada queja vital y finalmente debe elaborar un plan de acción para eliminar los problemas del mal servicio ,utilizando la metodología 8'D o seis sigma.

Unidad 4

Planes de Muestreo de Aceptación

Competencias Genéricas		
Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica • Conocimientos sobre el área de estudio de la profesión • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente • Habilidades para buscar, procesar, y analizar información procedente de diversas fuentes • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas • Capacidad para tomar decisiones y solución de problemas • Compromiso con la calidad		
Competencias Especificas	**Actividades de Aprendizaje**	**Evaluación por competencias**
Aplica las diferentes técnicas de muestreo de aceptación a procesos industriales, para la toma de decisiones acerca de la aceptación o rechazo de lotes de producción ó de materia prima con base en la información obtenida de las muestras recolectadas e inspeccionadas.	Aplica las diferentes técnicas de muestreo para la aceptación ó rechazo de lotes. • Diseña planes de muestreo en base a tablas Mil-Std Y DODGE ROMING para variables y atributos que induzcan al rechazo o aceptación de lotes. • Presenta y debate ante el grupo los elementos para identificar el mejor plan de muestreo de aceptación de lotes, de acuerdo a las características de la empresa, del proceso, de la madurez del personal, etc. • Realiza visitas a empresas con la finalidad de observar los procedimientos que se llevan a cabo para la aceptación o rechazo de lotes que se reciben o se producen.	• Tareas de investigación. • Participación y exposiciones. • Examen escrito. • Portafolio de evidencias. • Rubricas. • Ejercicios propuestos. • Resolución de casos reales

Unidad 4:

Planes de Muestreo de Aceptación.

Conceptos básicos del muestreo de aceptación.

4.1 Conceptos Básicos del Muestreo de Aceptación.

Inspección: Es el examen crítico de las características de las partes en proceso, ensambles o productos terminados con ayuda de especificaciones y aparatos de medición, para determinar si la unidad bajo comparación está dentro de la variabilidad permitida.

Tipos de Inspección:

- Inspección táctil: el sentido del tacto se emplea para determinar los defectos.
- Inspección visual: exige agudeza visual ya que el ojo es el que detecta los defectos.
- Inspección funcional y de pruebas: los productos se analizan en condiciones reales o simuladas para comprobar cómo funcionan y si están dentro de especificaciones.
- Inspección de recepción: se destina a la inspección de partes y materias primas, para evitar que lleguen a producción materiales que no cumplan con las especificaciones.
- Inspección del proceso: se realiza a intervalos de tiempos definidos, el sitio de fabricación o ensamble para descubrir cómo y cuándo se producen los defectos, con el objeto que una acción correctiva se aplique inmediatamente.

- Inspección final: el producto terminado se somete a una inspección final, para evitar que llegue al cliente, un producto defectuoso.

Métodos de inspección:

-Inspección 100%: cada una de las unidades es inspeccionada.

- Inspección por muestreo: se toma una muestra de un lote y de esta manera se juzga la calidad del producto.

- Inspección de la primera pieza: la primera pieza representa el producto que será hecho.

- Inspección de la última pieza: la última pieza representa el estado actual del proceso.

El personal de inspección:

Es muy importante elegir cuidadosamente al personal de inspección, ya que ha de reunir cualidades y características especiales, siendo las más importantes, un juicio claro, sentido común y concepto de responsabilidad.

Su objetivo fundamental es dar su conformidad a todas las piezas que cumplen con las condiciones exigidas, y deben sentirse satisfechos cuando en inspección de un lote han admitido todas las piezas.

Clasificación de los defectos: Se consideran tres tipos de defectos en cuanto a materiales, estos están basados en la gravedad de los mismos, la cual es:

1. Defecto crítico: Es todo aquel que provoque que no pueda ser utilizado por el área de producción.

2. Dedecto mayor: Todo aquel que para ser usado por el área de producción sea necesario cualquier tipo de retrabajo o cambio en el proceso de estándares.

3. Defecto Menor: Todo aquel que para ser usado por el área de producción no sea necesario ningún retrabajo o cambio en el proceso de estándares.

Donde aplicarlo: En elementos (componentes) terminados, Componentes y materias primas, Operaciones, Materiales en proceso, Materiales en almacenamiento, Operaciones en almacenamiento, Datos o Registros, Procedimientos administrativos.

Cuando aplicarlo:

- Cuando la aplicación de una prueba implica la destrucción del producto (ej. Prueba de un fusible eléctrico).

-Cuando el costo es alto para hacer una inspección del 100% es muy elevado, comparado con el costo que implica pasar una unidad no conforme.

-Cuando son muchos y similares las unidades que se van a inspeccionar, el muestreo produce una mejor opción que el inspeccionar al 100%.

-Cuando no se dispone de una inspección automatizada. Cuando es necesario asegurar la confiabilidad del producto, aunque la capacidad del proceso fabricante del lote sea satisfactoria.

Ventajas:

-La responsabilidad por la calidad se asigna a quien verdaderamente corresponde, ¡No a la inspección!, esto favorece una rápida mejora del producto.

- Es más económico, puesto que se tienen que hacer menos inspecciones, y se producen menos daños por manipulación durante la inspección.

- Permite mejorar la tarea de inspección, pero en vez de tomar decisiones de pieza con pieza, las decisiones se toman de lote a lote.

-Útil en el caso de pruebas que implican destrucción.

Desventajas:

- Existe cierto riesgo de que se rechacen lotes conformes y/o acepten lotes no conformes.

- Se tiene que dedicar más tiempo a la planeación y a la documentación.

- No hay ninguna seguridad dado que la totalidad del lote cumpla con las especificaciones.

Definiciones importantes:

Definición de Inspección: "Es el proceso de medición, examen, comprobación y otra forma de comparación de la unidad del producto con las especificaciones".

Unidad del producto: " Es el objeto que se examina a fin de determinar su clasificación como defectivo o no defectivo o bien para contarle el número de defectos".

Muestra: "Consiste en una o más unidades del producto que se tomen de un lote o de una producción unitaria, estas unidades de la muestra deberán ser tomadas al azar sin aferrarse su calidad. El número de unidades del producto dentro de la muestra se denomina tamaño de la muestra.

Muestreo representativo: "Siempre que sea posible, el número de unidades en la muestra se debe seleccionar en proporción con el tamaño de los sublotes o porciones de una producción unitaria, que puedan ser identificados con algún criterio racional. Las unidades de cada una de las partes del lote o porciones de la producción se deben de tomar al AZAR".

Tiempo de muestreo: "Las muestras se pueden tomar después de que se hayan reunido todas las unidades que formen el lote o la producción unitaria o se pueden tomar durante la formación del lote o producción".

Plan de muestreo: “Un plan de muestreo indica el número de unidades del producto de cada lote o producción que debe ser inspeccionado (el tamaño de muestra o serie de tamaños de muestra), y el criterio para la determinación de la aceptabilidad del lote o producción (los números de aceptación y el rechazo)”.

Nivel de inspección: “El nivel de inspección determina la relación que debe existir entre el tamaño del lote o producción y el tamaño de la muestra”.

Nivel de calidad aceptable - NCA (AQL): es un valor designado en porciento defectivo (o defectos por cada cien unidades), que el consumidor indica que podrá aceptar en la mayoría de los casos por medio del plan de aceptación que se vaya a emplear.

4.2 Uso de Tablas de muestreo (Mil-Std,414,105D y Dodge Roming).

Tipos de planes de Muestreo:

Planes por variables: MIL-STD- 414 (ANSI Z 1.9).

En este tipo de planes se toma una muestra aleatoria del lote y a cada unidad de la muestra se le mide una característica de calidad aleatoria del lote (peso, longitud, etc.). Con las mediciones se calcula un estadístico, que generalmente está en función de la media y la desviación estándar muestral, y dependiendo del valor de este estadístico al compararlo con un valor permisible, se aceptará o rechazará todo el lote.Ver **Anexo 14**

Planes por atributos: MIL-STD- 105E (ANSI Z 1.4).

En estos planes se extrae aleatoriamente una muestra de un lote, y cada pieza de la muestra es clasificada de acuerdo con ciertos atributos como aceptable o defectuosa. Si el número de piezas defectuosas es menor o igual que un cierto número predefinido, entonces el lote es aceptado, en caso de que sea mayor el lote es rechazado.

Los planes de muestreo indican el número de unidades de producto que han de inspeccionarse de cada lote, es decir, el tamaño de la muestra, así como el criterio para determinar la aceptabilidad del lote.Ver **Anexo 13**

Planes de muestreo Dodge-Roming.

Entre 1920 y 1930, H. F. Dodge y H. G. Roming desarrollaron un conjunto de tablas que permiten diseñar planes de muestreo por atributos, que están basados en dos índices . Se trata del nivel de calidad límite (NCL) o el porcentaje defectivo tolerado en el lote, PDTL (en inglés, LTPD), y del límite de la calidad promedio de salida, LCPS o AOQL (Average Outgoing Quality Limit).

Para cada uno de estos índices existen tablas para diseñar planes de muestreo simple y doble. Estos planes enfatizan la protección del consumidor amparándolo contra la mala calidad, ya sea en términos de lote por lote (planes NCL) o de la calidad promedio a largo plazo (planes LCPS). Los planes Dodge-Roming sólo se aplican a programas de muestreo de aceptación en donde los lotes rechazados se inspeccionan al 100% y los artículos defectuosos encontrados en ellos son sustituidos por unidades buenas.

4.2.1. Plan de Muestreo de Aceptación por atributos.

Tablas de Muestreo Mil-Std-105 E (ANSI Z 1.4).

Esta norma se desarrolló durante la segunda guerra mundial emitiéndose en 1950 con la versión A. La versión D se publicó en 1963 y en 1971 fue adoptada por la ANSI con pequeños cambios como la Z1.4 y en 1973 fue adoptada por la ISO como la norma ISO 2859. En 1989 se liberó la versión E.

Determinando el nivel aceptable de calidad correspondiente a un defecto o grupos de defectos, y elegido el tipo de inspección que ha de aplicarse, es necesario establecer el plan de muestreo correspondiente, que puede ser simple, doble o múltiple.

a) El Plan Sencillo: (solo una oportunidad tiene el lote de ser aceptado o rechazado)Es el que especifica el tamaño (n) de una muestra y los criterios de aceptación y rechazo.

b) El Plan Doble: (dos oportunidades tiene el lote de ser aceptado o rechazado)Es aquel que especifica los tamaños n1 y n2 , de dos muestras permisibles y los criterios de aceptación y de rechazo para cada una de las muestras.

c) El Plan Múltiple: (varias oportunidades tiene el lote de ser aceptado o rechazado)Es el que especifica los tamaños n1, n2, ... y n7, de siete muestras permisibles y los criterios de aceptación y rechazo para cada una de las muestras.

d) Letra Clave: Es la letra que identifica el tamaño de la muestra en funcion del tamaño del lote para los diferentes niveles de inspección.

Ac: Numero de Aceptación

Re: Numero de rechazo.

En cada uno de los casos se prevén los siguientes tipos de inspecciones:

- Inspección normal.
- Inspección estricta. (rigurosa o severa)
- Inspección reducida.

El tamaño de muestra en el estándar está determinado por el tamaño del lote y por la selección del nivel de inspección.

Se proporcionan tres niveles de inspección, donde el nivel II se considera normal; el nivel I requiere alrededor de la mitad de la inspección del nivel II y se usa cuando se requiere menos discriminación; el nivel III requiere alrededor del doble de inspección del nivel II, y se usa cuando se requiere más discriminación.

Hay también cuatro niveles especiales de inspección,

S-1, S-2, S-3 y S-4, estos usan tamaños de muestra muy pequeños y sólo deben usarse cuando los riesgos grandes del muestreo sean aceptables (para pruebas destructivas).

Para un AQL específico, un nivel de inspección y un tamaño de lote dado, el estándar MIL-STD-105E proporciona un plan de muestreo normal que se utilizará conforme el proveedor produzca productos con calidad NCA(AQL) o mejor.

También proporciona un mecanismo de cambio a inspección estricta o reducida como se ilustra en la figura y se describe a continuación. Se inicia con la inspección normal, se pasa a estricta cuando se observa mala calidad del proveedor y se usa la reducida cuando la calidad del proveedor es buena, reduciendo los tamaños de muestra.Ver **Anexo 13**

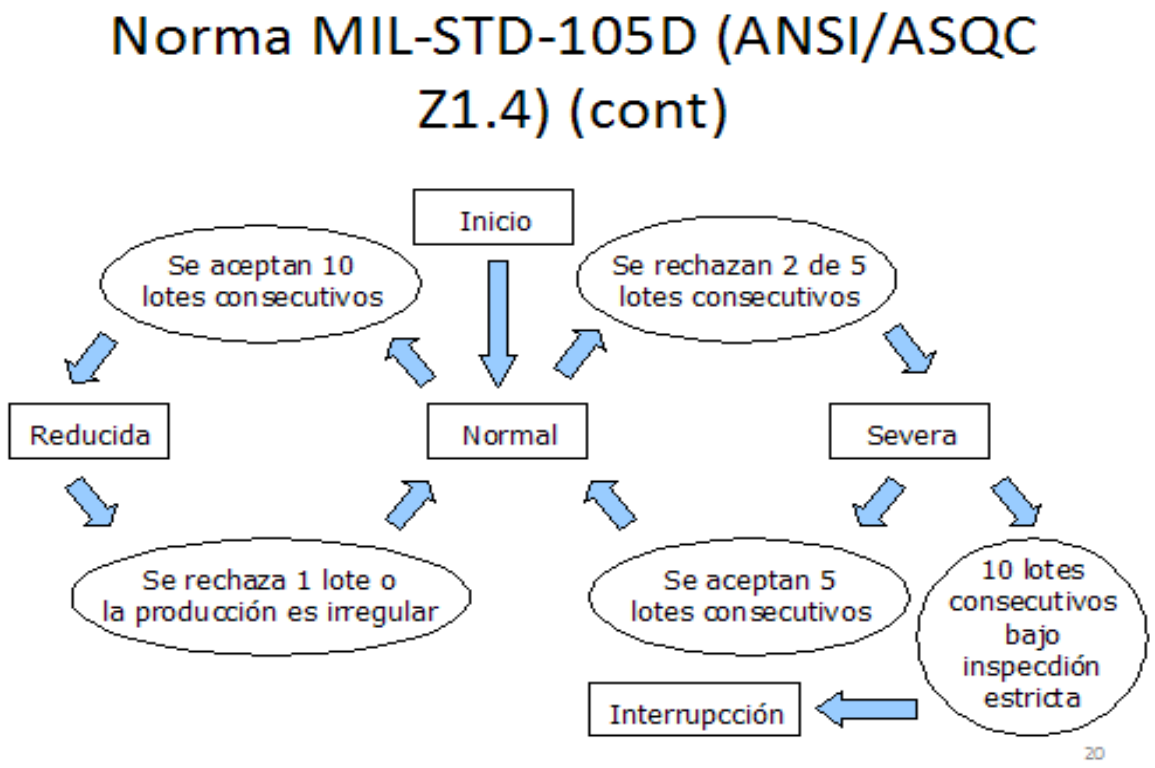


Fig. 45 Reglas de cambio planes de inspeccion Z 1.4

Procedimiento.

Los pasos a seguir para el uso de las normas es el siguiente:

1. Negociación del AQL (cliente – proveedor).

2. Decisión del nivel de inspección.

3. Determinación del tamaño del lote.

4. Consultar la tabla 1 (ver apéndice) y localizar la letra código correspondiente al tamaño del lote y el nivel de inspección.

5. Decisión en cuanto al procedimiento de muestreo a utilizar (simple, doble, múltiple).

6. Uso de la tabla correcta para encontrar el tipo de plan a utilizar (las tablas se encuentran en el apéndice). "Inspección Normal"

7. Uso de la tablas para inspección reducida y estricta, cuando se requieran hacer cambios.

Ejercicios practicos:

Tablas de muestreo por Atributos MIL-STD 105 E / Z 1.4 . Ver Anexo 13

1.- Utilizando las tablas del plan de **muestreo simple**, encontrar el tamaño de la muestra y los criterios de aceptación a utilizar, para La Inspección normal**(N)**, severa(**S**) y reducida(**R)** en el área de almacén.

N= 850, NI= S1, NCA= 2.5 %

Solucion:

Donde: **N = Inspección simple S= Inspección severa R = Inspección reducida**

n = tamaño de muestra criterio de Ac y Re

NI = nivel de inspección

Código= E

N

n= 13

Ac	Re
0	1

S

n= 13

Ac	Re
0	1

R

n= 5

Ac	Re
0	1

2.-Utilizando las tablas de plan de **muestreo doble**, encontrar el tamaño de la 1ra y segunda muestra así como el criterios de aceptación, para la inspección normal, severa y reducida.

N = 480 , NI = III , NCA = 2.5 %

Solucion:

Código= H

N

n	Ac	Re
32	1	4
32	4	5

S

n	Ac	Re
32	0	3
32	3	4

R

n	Ac	Re
13	0	4
13	1	5

3.- Utilizando las tablas de plan de **muestreo múltiple**, encontrar los tamaños de las muestras así como el criterios de aceptación, pará la inspección normal, severa y reducida

N = 1,000 , NI = II , NCA = 4 %

Solución:

Código= K

N

n	Ac	Re
32	0	4
32	1	6
32	3	8
32	5	10
32	7	11
32	10	12
32	13	14

S

n	Ac	Re
32	*	4
32	1	5
32	2	6
32	3	7
32	5	8
32	7	9
32	9	10

R

n	Ac	Re
13	*	4
13	0	5
13	1	6
13	2	7
13	3	8
13	4	9
13	6	10

Ejercicios propuestos:

Tablas de muestreo por Atributos MIL-STD 105 E / Z 1.4 . Ver Anexo 13

Donde ; **n = tamaño de muestra criterio de Ac y Re**

NI = nivel de inspección **Np =** unidades defectuosas

1.-Con los siguientes datos determinar si se acepta o se rechaza el material del proveedor Wattestu S.A de C.V ,utilizando las tablas de plan de **muestreo simple** : Para **inspección normal.**

Datos:

Np = Unidades defectuosas

N = 425 , NI = III , NCA = 0.65 % , Np = 2

ver solución **Anexo 15.**

2.- .-Con los siguientes datos determinar si se acepta o se rechaza el material del proveedor Aretis S.A de C.V ,utilizando las tablas de plan de **muestreo doble** : Para **inspección normal.**

Datos:

N = 300 , NI = I , NCA = 6.5 % ,Np = 2 en la primera muestra y Np = 1 en la segunda muestra

Ver solución **Anexo 15.**

3.- Con los siguientes datos determinar si se acepta o se rechaza el material del proveedor Kigiallis S.A de C.V, utilizando las tablas de plan de **muestreo múltiple** : Para **inspección normal**.

N =900 , NI =II , NCA = 4 % ,Np = 3,2,2,2,0,2,1 (desde la primera a la séptima muestra)

Ver solución **Anexo 15.**

4.2.2. Plan de Muestreo de Aceptación por variables.

NORMA MIL- STD -414 (ANSI/ASQC Z1.9)

Es un plan de muestreo para aceptación por variables, se introdujo en 1957, su punto focal es el nivel de calidad aceptable, que varia de 0.04 a 15%.

Utiliza letras códigos para los tamaños de muestra, los tamaños muéstrales son una función del tamaño del lote y del nivel de inspección. Las tablas MIL-STD-414 planes de muestreo por variables, son para un solo límite de especificaciones y cuando la variable ya es conocida. Esta tabla contiene catorce diferentes niveles de NCA.

El procedimiento para la selección de las muestras es semejante al seguido en el MIL-STD 105 E .La tabla 15-20 de variables es una modificación de la Tabla D-1 del MIL-STD 414 en que se usa el nivel de inspección III, el tamaño correspondiente de los lotes está integrado al cuerpo de la tabla en si, consta de cinco secciones principales :

I El tamaño del lote

II El tamaño de la muestra (n)

III El nivel de calidad aceptable (para inspección normal)

IV El nivel de calidad aceptable (para inspección severa)

V La constante de aceptabilidad (k) La inspección severa se incluye en el cuerpo de la tabla. La constante de de aceptabilidad (k) ,es el valor con el cual se debe de comparar la media de la muestra, límite de especificaciones, y la variabilidad, para decidir sobre la disposición que se debe dar al lote.Ver **Anexo 14.**

Formulas: Índice de calidad a la Especificación Inferior (LEI) = Q_L

Índice de calidad a la Especificación Superior (LES)= Q_U

Promedio de la muestra $\bar{x}$

Variabilidad de la muestra (desviación estándar) σ_{n-1}

$QL = \bar{x} - LEI / \sigma$, $QL = LES - \bar{x} / \sigma$

Criterio de aceptación:

Qu y/0 Ql ≥ k **= Se acepta el lote**

<u>Ejercicio práctico:</u>

1.-El inspector de calidad de Componentes Tyson ,analiza los siguientes datos para aceptar o rechazar el lote de la parte de preformado 220, herramienta Vernier , las dimensiones están dadas en pulgadas .

Especificación según plano : 0.690 + / - 0.010

Datos : N = 30,000 , NI = III , NCA (AQL) = 0.40 %

Lecturas:

0.693	0.691	0.690	0.691	0.690	0.691	0.690
0.689	0.688	0.690	0.691	0.693	0.690	0.689
0.690	0.687	0.690	0.688	0.690	0.691	0.692

Solución:

Ver Anexo 14. Plan de Muestreo de Aceptación por variables.

NORMA MIL- STD -414 (ANSI/ASQ Z1.9)

Donde : n = tamaño de la muestra k = Constante de aceptabilidad

n= 11 k= 2.27 LEI = 0.68 LES = 0.70

Calculo de índices Qu y Ql

Qu = LES – X / sigma Ql = X - LEI / sigma

Desviación estándar= 0.0015

Qu= (0.7 - 0.690)/(0.0015)= 6.66

Ql= (0.690 - 0.680)/(0.0015)= 6.66

Criterio de aceptación:

Qu y/0

Ql ≥ k = **Se acepta**

Conclusión ; Se acepta el material y se pasa al proceso de manufactura.

Caso de Estudio con Aplicación de Software (Muestreo simple MS) app:

1.-La empresa Forestal Lara ubicada en Tijuana , se dedica a la fabricación de Tarimas y Pallets de madera.

En el almacén de producto terminado se desea determinar por plan de Muestreo simple ,nivel de inspección II, con un nivel de Calidad Aceptable del 10% (NCA) (AQL).

Se debe calcular el tamaño de la muestra y el criterio de aceptación ,para revisar los lotes de producción de 500 tarimas.

Solucion :

Conclusiones:

Tomando en cuenta que el Nivel de Calidad Aceptable

(NCA)(AQL) es del 10 %.

-La muestra a revisar es de 50 tarimas por lote de 500 unidades.

-El criterio de aceptación ; se acepta con 10 defectuosas o menos y se rechaza con 11 defectuosas o más.

-Se recomienda que el nivel de NCA debe ser actualmente entre 0.65 % - 0% ,lo cual equivale a C = 0.

ANEXOS

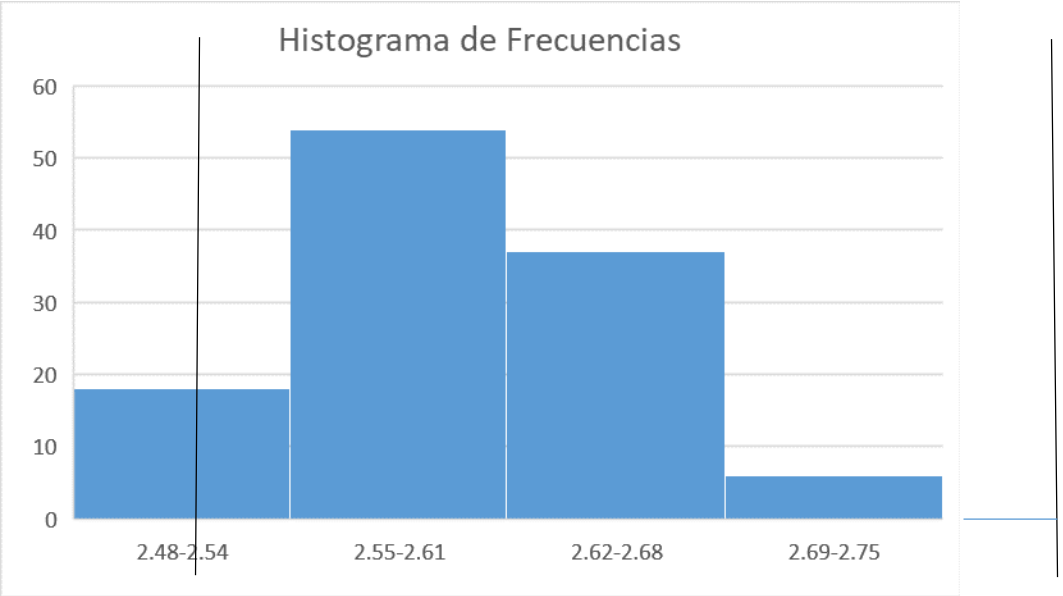
Anexo 1: Solución Ejercicio propuesto (2) Histograma.

Rango:2.73- 2.48= 0.25 A=0.25/4=0.0625 =0.070=amplitud
K=4 LEI= 2.5 LES=3.0

Tabla de Histograma

Clase	LimK	Frecuencia
1	2.48-2.54	18
2	2.55-2.61	54
3	2.62-2.68	37
4	2.69-2.75	6

LEI LES



Conclusión: Aun que nuestras barras terminan antes de nuestro límite superior, estas comienzan antes delimite inferior, por lo cual, se rechaza.

Anexo 2: Solución Ejercicio propuesto (2) Diagrama de Dispersión.

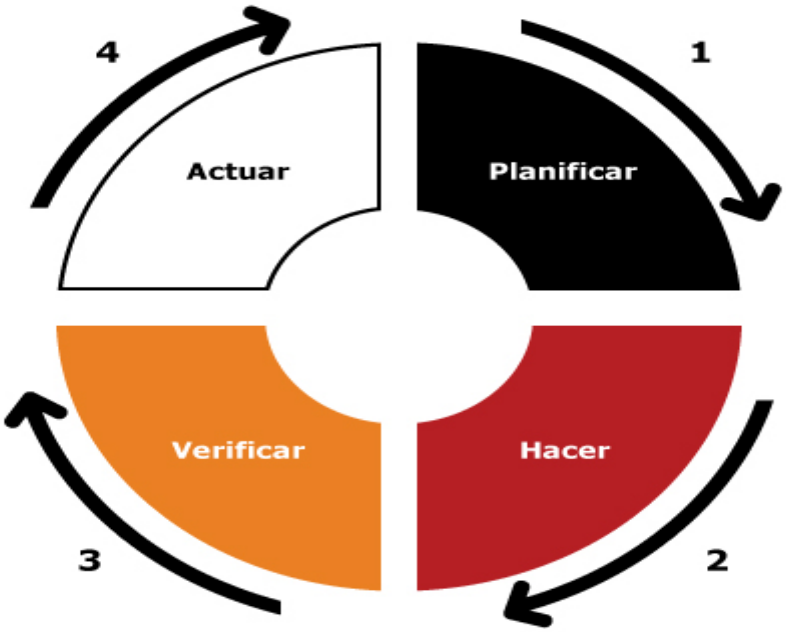
Datos

Temperatura	Venta de helados
14.2	215
16.4	325
11.9	185
15.2	332
18.5	406
22.1	522
19.4	412
25.1	614
23.4	544
18.1	421
22.6	445
17.2	408

Diagrama de Dispersión

Conclusión: La grafica representa una dispersión lineal positiva, dando que si hay una relación entre la temperatura del día con las ventas de helados en la Michoacana.

Anexo 3 : Método Deming solución de problemas.



Definir el proyecto/problema/mejora (Identificar y justificar) Describir la situación actual. Analizar datos para aislar las causas raiz	**Planear**	Árbol de Objetivos Tormenta de ideas Modelo o diagrama de Pareto. Diagrama Causa-Efecto Diagrama de flujo o Flujograma
Establecer acciones para eliminar las causas del problema. Ejecutar las acciones establecidas.	**Hacer**	Análisis de procesos Manuales de Procedimientos y organización
Verificar los resultados a través de indicadores. Comparar con indicadores anteriores	**Verificar**	Indicadores Cuadros de Mando Integral
Implementar definitivamente. Documentar los cambios y los resultados obtenidos. Documentar y definir nuevos proyectos	**Actuar**	Manuales Vigentes. Powerpoints (Diapositivas) de presentacion y capacitación

Herramientas básicas a utilizar Ciclo Deming

ETAPA DE CICLO	PASO NÚM.	NOMBRE DEL PASO	POSIBLES TÉCNCAS A USAR
Planear	1	Definir y analizar la magnitud del problema	Pareto, hoja de verificación, histograma, carta de control
	2	Buscar todas las posibles causas	Observar el problema, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa
	3	Investigar cuál es la causa más importante	Pareto, estratificación, d. de dispersión, d. de Ishikawa
	4	Considerar las medidas remedio	Por qué ... necesidad Qué ... objetivo Dónde ... lugar Cuánto ... tiempo y costo Cómo ...plan
Hacer	5	Poner en práctica las medidas remedio	Seguir el plan elaborado en el paso anterior e involucrar a los afectados
Verificar	6	Revisar los resultados obtenidos	Histograma, Pareto, carta de control, hoja de verificación
Actuar	7	Prevenir la recurrencia del problema	Estandarización, inspección, supervisión, hoja de verificación, cartas de control.
	8	Conclusión	Revisar y documentar el procedimiento seguido y planear el trabajo futuro

APLICACIÓN DE LAS NUEVAS HERRAMIENTAS EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE CALIDAD.

ETAPA	OBJETIVO	HERRAMIENTAS
¿Cuál es la herramienta?	Identificar problemas	• Diagrama de afinidad
¿Cuáles son las causas del problema?	Identificar causas raíz de problema	• Diagrama de relaciones
¿De qué forma se resuelve el problema?	Identificar todas las soluciones posibles del problema	• Diagrama de árbol
¿Qué opción tomar?	Seleccionar la mejor solución	• Matrices de priorización • Diagrama matricial
¿Cómo y cuándo actuar?	Planificar la puesta en práctica de la mejor solución.	• Diagrama de proceso de decisión • Diagrama de flechas

Anexo 4: Tabla de constantes de graficas de control .

Table of Constants and Formulas for Control Charts — Constants and Formulas

Subgroup Size	$\bar{X}$ and R Charts*				$\bar{X}$ and s Charts*			
	Chart for Averages ($\bar{X}$)	Chart for Ranges (R)			Chart for Averages ($\bar{X}$)	Chart for Standard Deviations (s)		
	Factors for Control Limits	Divisors for Estimate of Standard Deviation	Factors for Control Limits		Factors for Control Limits	Divisors for Estimate of Standard Deviation	Factors for Control Limits	
n	A_2	d_2	D_3	D_4	A_3	c_4	B_3	B_4
2	1.880	1.128	-	3.267	2.659	0.7979	-	3.267
3	1.023	1.693	-	2.574	1.954	0.8862	-	2.568
4	0.729	2.059	-	2.282	1.628	0.9213	-	2.266
5	0.577	2.326	-	2.114	1.427	0.9400	-	2.089
6	0.483	2.534	-	2.004	1.287	0.9515	0.030	1.970
7	0.419	2.704	0.076	1.924	1.182	0.9594	0.118	1.882
8	0.373	2.847	0.136	1.864	1.099	0.9650	0.185	1.815
9	0.337	2.970	0.184	1.816	1.032	0.9693	0.239	1.761
10	0.308	3.078	0.223	1.777	0.975	0.9727	0.284	1.716
11	0.285	3.173	0.256	1.744	0.927	0.9754	0.321	1.679
12	0.266	3.258	0.283	1.717	0.886	0.9776	0.354	1.646
13	0.249	3.336	0.307	1.693	0.850	0.9794	0.382	1.618
14	0.235	3.407	0.328	1.672	0.817	0.9810	0.406	1.594
15	0.223	3.472	0.347	1.653	0.789	0.9823	0.428	1.572
16	0.212	3.532	0.363	1.637	0.763	0.9835	0.448	1.552
17	0.203	3.588	0.378	1.622	0.739	0.9845	0.466	1.534
18	0.194	3.640	0.391	1.608	0.718	0.9854	0.482	1.518
19	0.187	3.689	0.403	1.597	0.698	0.9862	0.497	1.503
20	0.180	3.735	0.415	1.585	0.680	0.9869	0.510	1.490
21	0.173	3.778	0.425	1.575	0.663	0.9876	0.523	1.477
22	0.167	3.819	0.434	1.566	0.647	0.9882	0.534	1.466
23	0.162	3.858	0.443	1.557	0.633	0.9887	0.545	1.455
24	0.157	3.895	0.451	1.548	0.619	0.9892	0.555	1.445
25	0.153	3.931	0.459	1.541	0.606	0.9896	0.565	1.435

$UCL_{\bar{X}}, LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} \pm A_2\bar{R}$

$UCL_R = D_4\bar{R}$

$LCL_R = D_3\bar{R}$

$\hat{\sigma} = \bar{R}/d_2$

$UCL_{\bar{X}}, LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} \pm A_3\bar{s}$

$UCL_s = B_4\bar{s}$

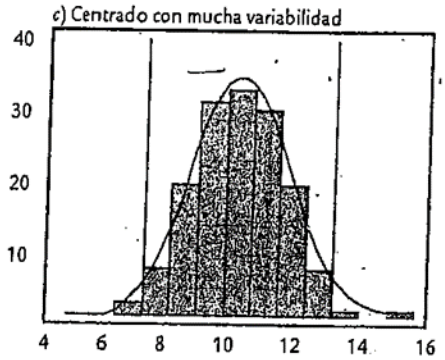
$LCL_s = B_3\bar{s}$

$\hat{\sigma} = \bar{s}/c_4$

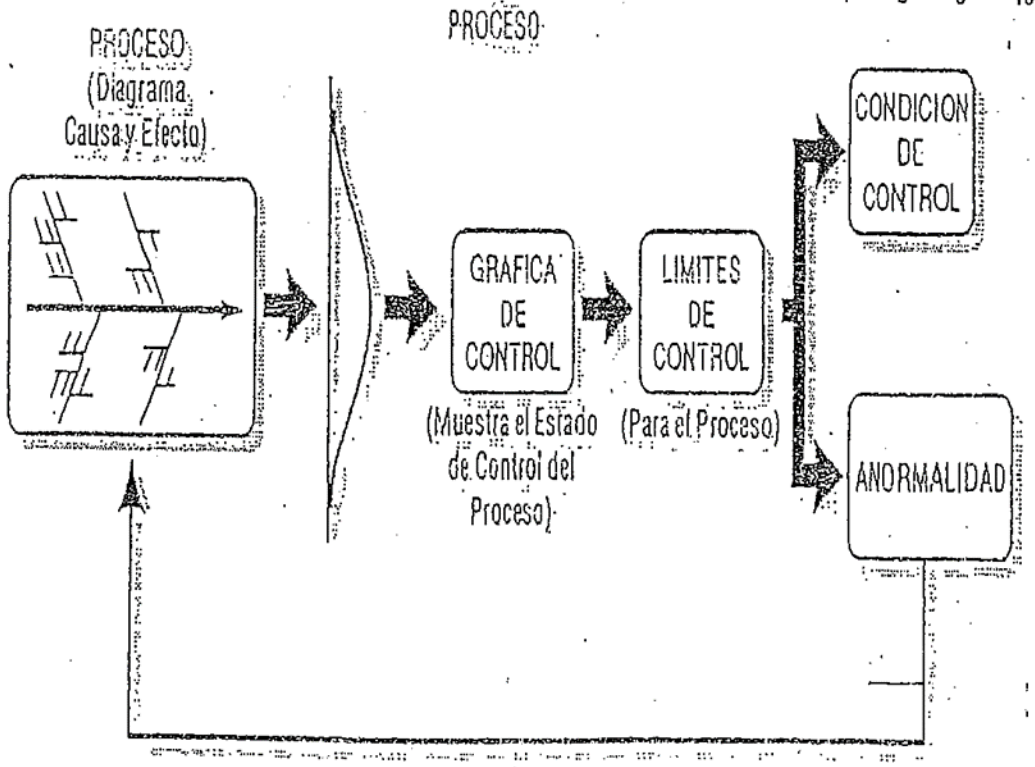
*From ASTM publication STP-15D, Manual on the Presentation of Data and Control Chart Analysis, 1976; pp 134-136. Copyright ASTM, 1916 Race Street, Philadelphia, Pennsylvania 19103. Reprinted, with permission.

Table of Constants and Formulas for Control Charts (cont.)

	Median Charts*, **				Charts for Individuals*			
	Charts for Medians ($\tilde{X}$)	Chart for Ranges (R)			Charts for Individuals (X)	Chart for Ranges (R)		
	Factors for Control Limits	Divisors for Estimate of Standard Deviation	Factors for Control Limits		Factors for Control Limits	Divisors for Estimate of Standard Deviation	Factors for Control Limits	
ubgroup Size	$\tilde{A}_2$	d_2	D_3	D_4	E_2	d_2	D_3	D_4
2	1.880	1.128	-	3.267	2.660	1.128	-	3.267
3	1.187	1.693	-	2.574	1.772	1.693	-	2.574
4	0.796	2.059	-	2.282				
5	0.691	2.326	-	2.114				
6	0.548	2.534	-	2.004				
7	0.508	2.704	0.076	1.924				
8	0.433	2.847	0.136	1.864				
9	0.412	2.970	0.184	1.816				
10	0.362	3.078	0.223	1.777				



$C_p' = 0.66$
$C_{pk} = 0.64$
$Cr = 1.51$
$C_{pm} = 0.66$
$K = 0.03$



Investigar la causa anormal del proceso y removerla

, *Anexo 5:*

-Formato de Variables Grafica X – R

EBT México S. A. de C.V.

CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO X & R

MODELO _____ DESCRIPCION _____ AREA _____ LINEA _____ FECHA _____

RESPONSABLE _____ MAQUINA _____ ESPECIFICACION _____ FRECUENCIA _____

LCS X _____ LCS R _____ X _____ Cp _____

LCI X _____ LCI R _____ R _____ Cpk _____

PROMEDIOS X

RANGO R

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FECHA																				
HORA																				
LECTURAS 1																				
LECTURAS 2																				
LECTURAS 3																				
LECTURAS 4																				
LECTURAS 5																				
SUMA																				
X																				
R																				

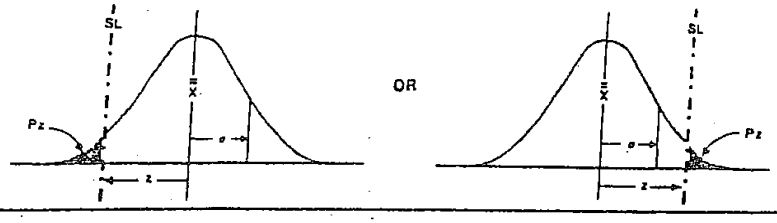
BITACORA DE ACCIONES CORRECTIVAS CUALQUIER CAMBIO EN GENTE, MATERIALES, METODOS O MAQUINAS DEBEN SER ANOTADOS					
FECHA	HORA	No DE SUBGRUPO	CAUSA	ACCION CORRECTIVA	RESPONSIBLE

Anexo 6:-*Tablas de valores de Z*

A.4

C. Standard Normal Distribution — Normal Distribution

p_z = the proportion of process output beyond a particular value of interest (such as a specification limit) that is z standard deviation units away from the process average (for a process that is in statistical control and is normally distributed). For example, if z = 2.17, p_z = .0150 or 1.5%. In any actual situation, this proportion is only approximate.



|z|	x.x0	x.x1	x.x2	x.x3	x.x4	x.x5	x.x6	x.x7	x.x8	x.x9
4.0	.00003									
3.9	.00005	.00005	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00003	.00003
3.8	.00007	.00007	.00007	.00006	.00006	.00006	.00006	.00005	.00005	.00005
3.7	.00011	.00010	.00010	.00010	.00009	.00009	.00008	.00008	.00008	.00008
3.6	.00016	.00015	.00015	.00014	.00014	.00013	.00013	.00012	.00012	.00011
3.5	.00023	.00022	.00022	.00021	.00020	.00019	.00019	.00018	.00017	.00017
3.4	.00034	.00032	.00031	.00030	.00029	.00028	.00027	.00026	.00025	.00024
3.3	.00048	.00047	.00045	.00043	.00042	.00040	.00039	.00038	.00036	.00035
3.2	.00069	.00066	.00064	.00062	.00060	.00058	.00056	.00054	.00052	.00050
3.1	.00097	.00094	.00090	.00087	.00084	.00082	.00079	.00076	.00074	.00071
3.0	.00135	.00131	.00126	.00122	.00118	.00114	.00111	.00107	.00104	.00100
2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2297	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
0.0	0.50									

Anexo 7 : Tabla : Relación de valores de sigma, Cpk, PPM , %

SIGMA	CPK	PPM	%
1.29	0.43	193600	19.36
1.41	0.47	161510	16.151
1.5	0.5	133610	13.361
1.59	0.53	109600	10.96
1.71	0.57	89130	8.913
1.8	0.6	71600	7.16
1.89	0.63	57430	5.743
2.01	0.67	45500	4.55
2.1	0.7	35730	3.573
2.19	0.73	27810	2.781
2.31	0.77	21450	2.145
2.4	0.8	16400	1.64
2.49	0.83	12420	1.242
2.61	0.87	9322	0.9322
2.7	0.9	6934	0.6934
2.79	0.93	5115	0.5115
2.91	0.97	3732	0.3732
3	1	2700	0.27
3.09	1.03	1935	0.1935
3.21	1.07	1374	0.1374
3.3	1.1	967	0.0967
3.39	1.13	674	0.0674
3.48	1.16	465	0.0465
3.6	1.2	318	0.0318
3.69	1.23	216	0.0216
3.81	1.27	145	0.0145
3.9	1.3	96	0.0096
3.99	1.33	64	0.0064
4.11	1.37	41	0.0041
4.2	1.4	27	0.0027
4.29	1.43	17	0.0017
4.41	1.47	11	0.0011
4.5	1.5	7	0.0007
4.59	1.53	4	0.0004
4.71	1.57	3	0.0003
4.8	1.6	2	0.0002
4.98	1.66	1	0.0001
6	2	0.8	0.00008

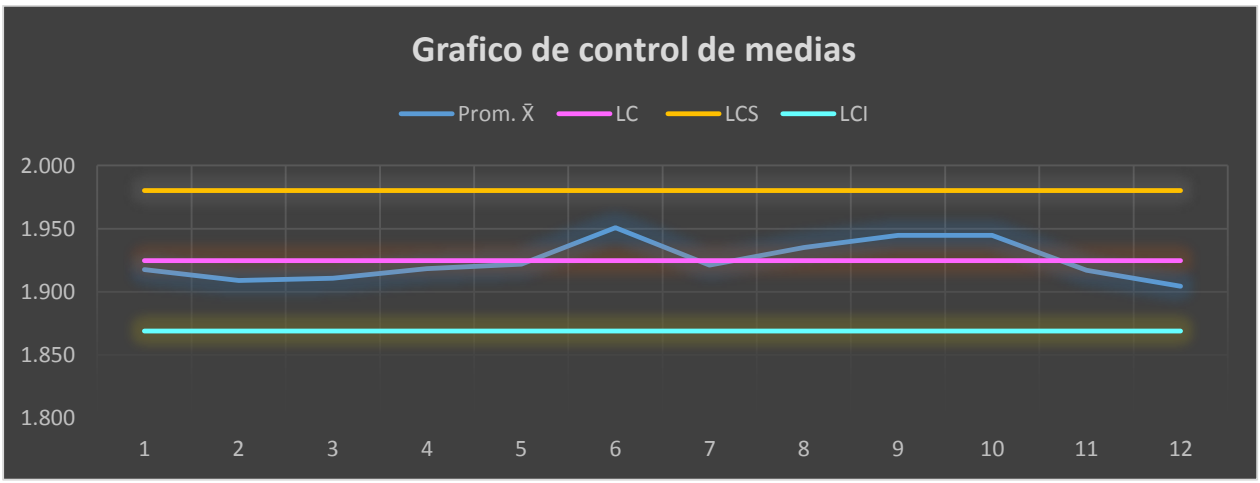
Anexo 8 : Solución ejercicio propuesto (2) X – R.

Son 12 subgrupos de 5 lecturas cada uno, él valor de las constantes se tomará en la tabla en base a 5 lecturas. Para calcular los límites de control estadístico.

Calculo de los promedios, rangos y límites de control.

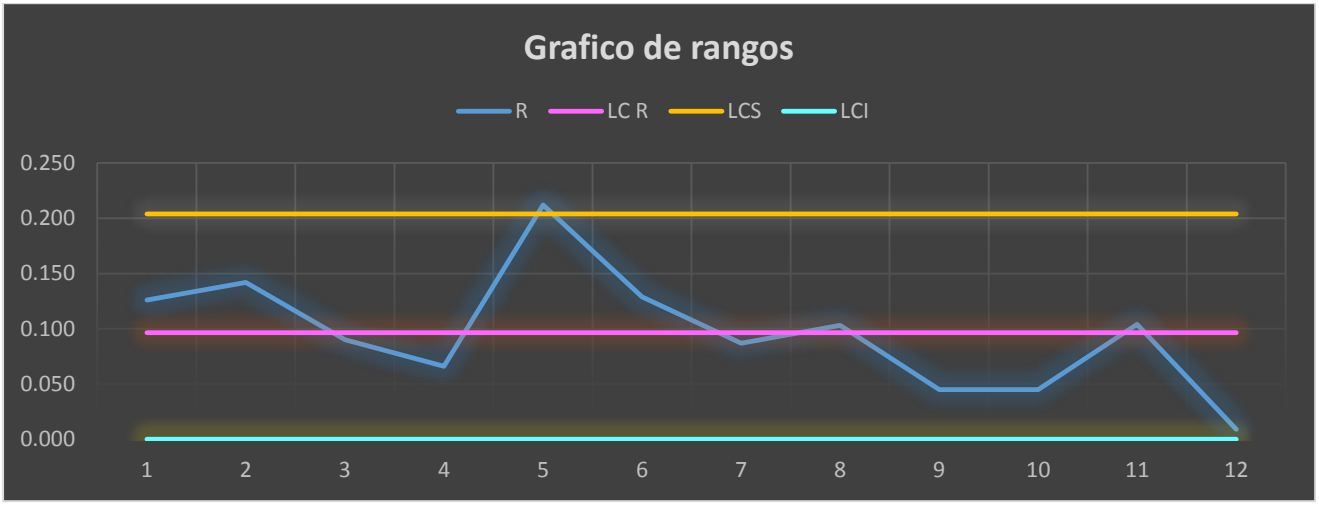
Datos medias				Datos rangos			
Prom. X̄	$\bar{\bar{x}}$ LC	LCS	LCI	R	LC R	LCS	LCI
1.918	1.925	1.980	1.869	0.126	0.097	0.204	0.000
1.909	1.925	1.980	1.869	0.142	0.097	0.204	0.000
1.911	1.925	1.980	1.869	0.090	0.097	0.204	0.000
1.918	1.925	1.980	1.869	0.066	0.097	0.204	0.000
1.922	1.925	1.980	1.869	0.212	0.097	0.204	0.000
1.951	1.925	1.980	1.869	0.129	0.097	0.204	0.000
1.921	1.925	1.980	1.869	0.087	0.097	0.204	0.000
1.935	1.925	1.980	1.869	0.103	0.097	0.204	0.000
1.945	1.925	1.980	1.869	0.045	0.097	0.204	0.000
1.945	1.925	1.980	1.869	0.045	0.097	0.204	0.000
1.917	1.925	1.980	1.869	0.104	0.097	0.204	0.000
1.904	1.925	1.980	1.869	0.009	0.097	0.204	0.000
1.925				0.097			

Grafica de Promedios



Bajo control estadístico; variación natural.

Grafica de Rangos.



Fuera de control estadístico: presenta variación especial en algunos subgrupos.

Tabla de Capacidad del Proceso:

Especificaciones		
LES	2.05	
LEI	1.81	
A2	0.577	
D3	0	
D4	2.114	
D2	2.326	
K	5	
σ	0.041	
CP	1.0	
CP aceptable	1.33	
CPU	1.008	
CPL	0.921	
CPK	0.921	
ZU	3.02	
ZL	2.76	
ZU TABLA	0.00126	
ZL TABLA	0.029	
ZU %	0.126%	1260
ZL %	2.90%	29000
	3.03%	30260

El indicador Cp = 1.0 cuyo valor es menor a 1.33 ,por lo tanto no es satisfactorio ,lo cual indica que el proceso tiene mucha variación.

El indicador Cpk = 0.921 cuyo valor también es menor a 1.33 ,por tanto el proceso no cumple las especificaciones requeridas para el proceso.

Valores de "z" : Del lado derecho con respecto la tolerancia superior se sale un **0.126%** de piezas defectuosas ,donde representa **1,260 PMM.**

Del lado izquierdo con respecto a la tolerancia inferior se sale un **2.90%** de piezas defectuosas, donde representa **29,000 PMM.**

El total de % fuera de especificaciones = 3.03 %

El total de PMM fuera de especificaciones = 30,260 PMM

Conclusiones :

-El proceso está fuera de control estadístico. (presenta variación especial y se debe tomar acción correctiva para eliminarla)

-La capacidad del proceso no es satisfactoria los valores de Cp y Cpk deben ser mayores o igual a 1.33

-los valores de "z" nos muestran desperdicio(scrap) de piezas en el proceso por ambos lados de las tolerancias.

-Tabla de constantes de graficas de control ver **Anexo 4**

-Formato de Variables Grafica X – R ver ***Anexo 5***

-Tablas de valores de Z ver ***Anexo 6***

-Tabla de valores de CPK ver ***Anexo 7***

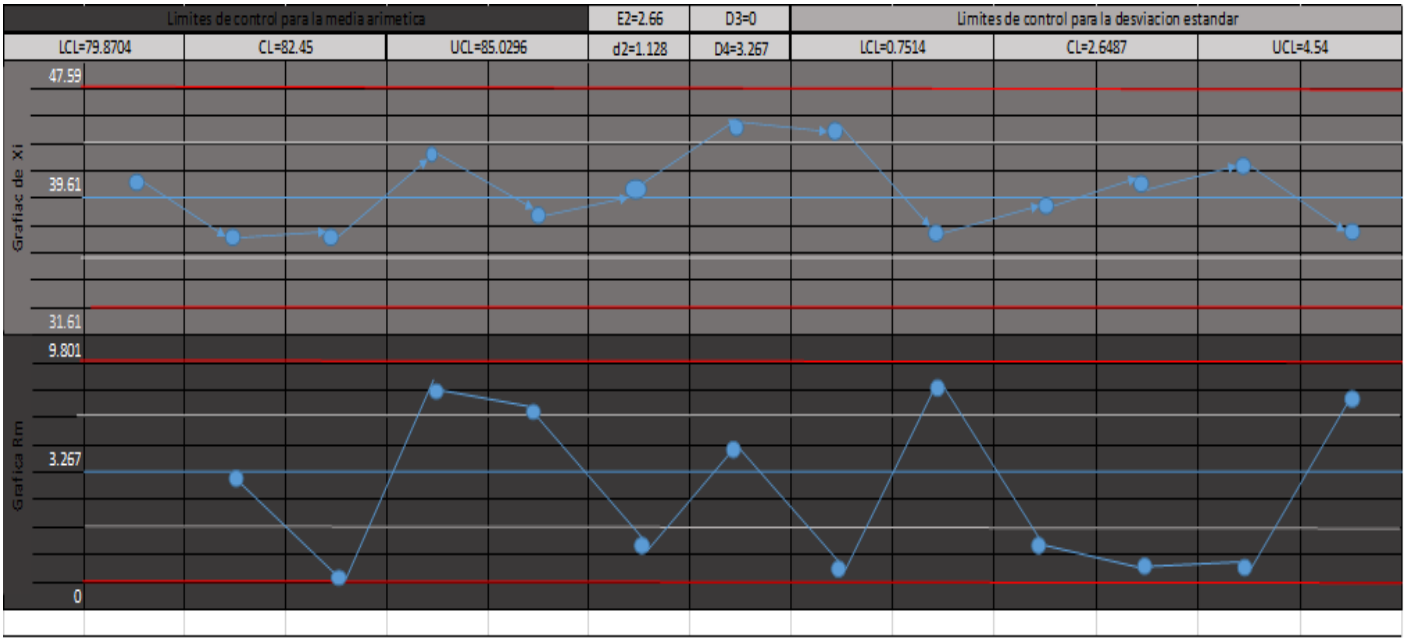
Anexo 9: Solución: Ejercicio propuesto (1) Xi – RM .

Tenemos una lectura por subgrupo para calcular los límites de control. Utilizar tabla Anexo 4.

Registro de las lecturas en formato de variables (SPC).

# Datos	1 07:00 a. m	2 07:10 a. m	3 07:20 a. m	4 07:30 a. m	5 07:40 a. m	6 07:50 a. m	7 08:00 a. m	8 08:10 a. m	9 08:20 a. m2	10 08:30 a. m3	11 08:40 a. m4	12 08:50 a. m	13 09:00 a. m
1	40	37	37	43	38	40	44	43	37	39	40	41	36
2													
3													
4													
5													
Xi	40	37	37	43	38	40	44	43	37	39	40	41	36
Rm	-	3	0	6	5	2	4	1	6	2	1	1	5

Grafica de control Xi - RM



Bajo control , se presenta variación natural

Tabla de Capacidad del Proceso:

Datos				
E2	**2.66**			
C4	**0,94**			
D3	**0**			
D4	**3.267**			
LES	**43 gr**			
LEI	**37 gr**			
sigma	**2.66**			
Capacidad del Proceso				
Cp	**0.37**			
Cpu	**0.42**			
Cpl	**0.32**			
Cpk	**0.32**			
Calculo de z"s				
LES	**43**			
LEI	**37**			
N	**40 valor nominal**			
Zu	**1.29**		**10.2 %**	**102,000PMM**
Zl	**0.48**		**16.35 %**	**163,500PMM**
	Total	**26.55**	**%**	
		265,500	**PMM**	

El indicador Cp = 0.37 cuyo valor es menor a 1.33 ,por lo tanto no es satisfactorio ,lo cual indica que el proceso tiene mucha variación.

El indicador Cpk = 0.32 cuyo valor también es menor a 1.33 ,por tanto el proceso no cumple las especificaciones requeridas para el proceso.

Valores de "z" : Del lado derecho con respecto la tolerancia superior se sale un **10.2 %** de piezas defectuosas ,donde representa **102,000 PMM.**

Del lado izquierdo con respecto a la tolerancia inferior se sale un **16.35 %** de piezas defectuosas, donde representa **163,500 PMM.**

El total de % fuera de especificaciones = 26.55 %

El total de PMM fuera de especificaciones = 265,500 PMM

Conclusiones :

-El proceso está bajo control estadístico. Donde se pueden realizar cambios en el proceso para mejorar la variación y el cumplimiento de las especificaciones.

-La capacidad del proceso no es satisfactoria los valores de Cp y Cpk deben ser mayores o igual a 1.33

-los valores de "z" nos muestran desperdicio(scrap) de piezas en el proceso por ambos lados de las tolerancias.

-Tabla de constantes de graficas de control ver **Anexo 4**

-Formato de Variables Grafica X – R ver ***Anexo 5***

-Tablas de valores de Z ver ***Anexo 6***

-Tabla de valores de CPK ver ***Anexo 7***

Anexo 10: Solucion ejercicio propuesto (2) Grafica de Control Estadístico “P”.

Solucion:

Tabla: Calculo de valores “ P” por subgrupo y límites de Control Estadístico.

No. De muestra	N	NP	% P	LCS	LC	LCI
1	116	23	19,82758621	19,52277695	13,34149327	7,160209591
2	218	51	23,39449541	19,52277695	13,34149327	7,160209591
3	178	10	5,617977528	19,52277695	13,34149327	7,160209591
4	188	29	15,42553191	19,52277695	13,34149327	7,160209591
5	332	44	13,25301205	19,52277695	13,34149327	7,160209591
6	198	11	5,555555556	19,52277695	13,34149327	7,160209591
7	253	37	14,62450593	19,52277695	13,34149327	7,160209591
8	406	73	17,98029557	19,52277695	13,34149327	7,160209591
9	144	24	16,66666667	19,52277695	13,34149327	7,160209591
10	282	32	11,34751773	19,52277695	13,34149327	7,160209591
11	208	47	22,59615385	19,52277695	13,34149327	7,160209591
12	156	3	1,923076923	19,52277695	13,34149327	7,160209591
13	317	29	9,148264984	19,52277695	13,34149327	7,160209591
14	321	63	19,62616822	19,52277695	13,34149327	7,160209591
15	260	17	6,538461538	19,52277695	13,34149327	7,160209591
16	215	23	10,69767442	19,52277695	13,34149327	7,160209591
17	293	29	9,897610922	19,52277695	13,34149327	7,160209591
	4085	545				

N media	272,3333333
P media	13,34149327 %
LCS	19,52277695 %
LC	13,34149327 %
LCI	7,160209591 %

Grafica de Control Estadistico 'P".

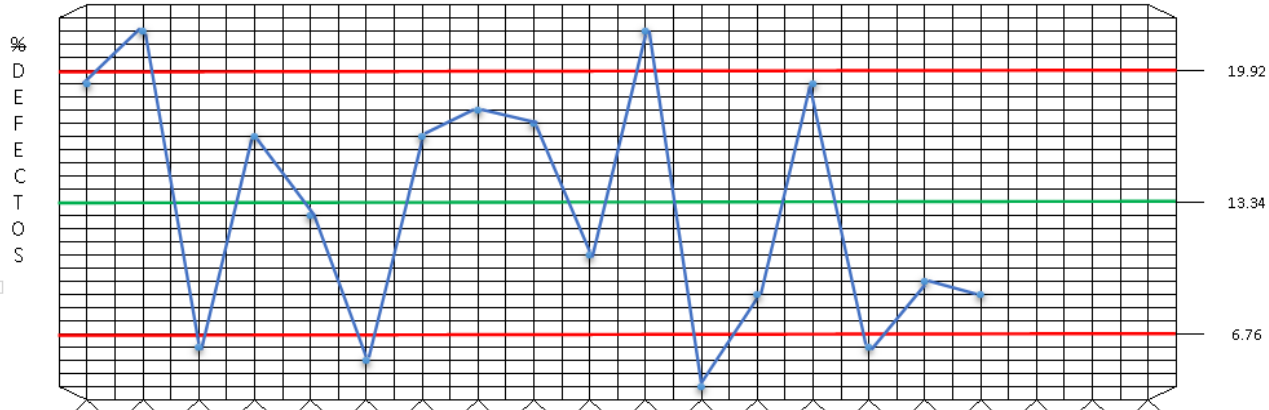
Grafica P

Control estadistico de procesos

MES / AÑO: nov-20 HOJA NO:

NOMBRE DE LA PARTE: NUMERO DE PARTE: OPERACIÓN: MODELO:

ESPECIFICACION: CARACTERISTICAS:



	SUBGRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	FECHA																				
	HORA	5	6	4	8	6.8	7	8	7.66	7	8	5.5	7	4.2	8	8	5.25	8			
	PO																				
	RESISTENCIA																				
DEFECTO	1 P/M	23	51	10	29	44	11	37	73	24	32	47	3	29	63	17	23	29			
	2																				
	3																				
	4																				
	5																				
	DEFECTUOSAS	23	51	10	29	44	11	37	73	24	32	47	3	29	63	17	23	29			
	TAMAÑO DEL SUBGRUPO	116	218	178	188	332	198	253	406	144	282	208	156	317	321	260	215	293			
	% DEFECTUOSO	19.83	23.39	5.62	15.43	13.25	5.56	14.62	17.98	16.67	11.35	22.6	1.92	9.15	19.63	6.54	10.7	9.9			

Conclusiones:

-La grafica esta fuera de control estadístico, se debe corregir e investigar las causas fuera de control. Para mejorar la variación del proceso.

-El proceso presenta una capacidad de 13.34 % de piezas defectuosas.

Lo cual equivale a 133,400 PMM.

Anexo 11: Solucion ejercicio propuesto(2) Grafica de Control "NP".

Datos: *Donde* ***N =****Piezas Inspeccionadas* ***, NP =*** *Montajes Disconformes*

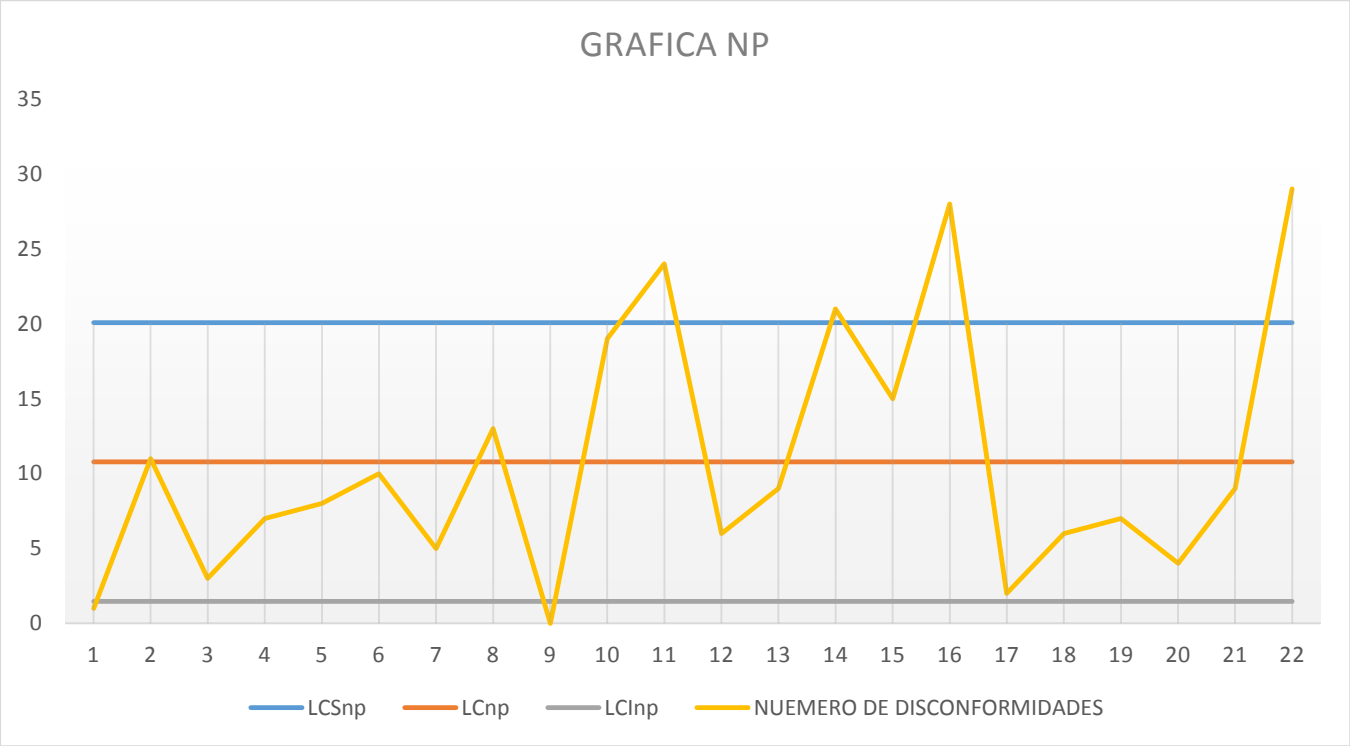
Tabla: *Calculo de Límites de Control Estadístico de muestra constante.*

NUMERO DE MUESTRA	MONTAJES DISCONFORMES NP	N			
1	1	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
2	11	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
3	3	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
4	7	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
5	8	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
6	10	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
7	5	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
8	13	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
9	0	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
10	19	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
11	24	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
12	6	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
13	9	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
14	21	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
15	15	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
16	28	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
17	2	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
18	6	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
19	7	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
20	4	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
21	9	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
22	29	100	20.0737969	10.7727273	1.47165762
			LCS	**LC**	**LCI**

Limites de control "NP"

LCSnp	20,07379693
LCnp	10,77272727
LCInp	1,471657619

Grafica de Control Estadistico "NP"

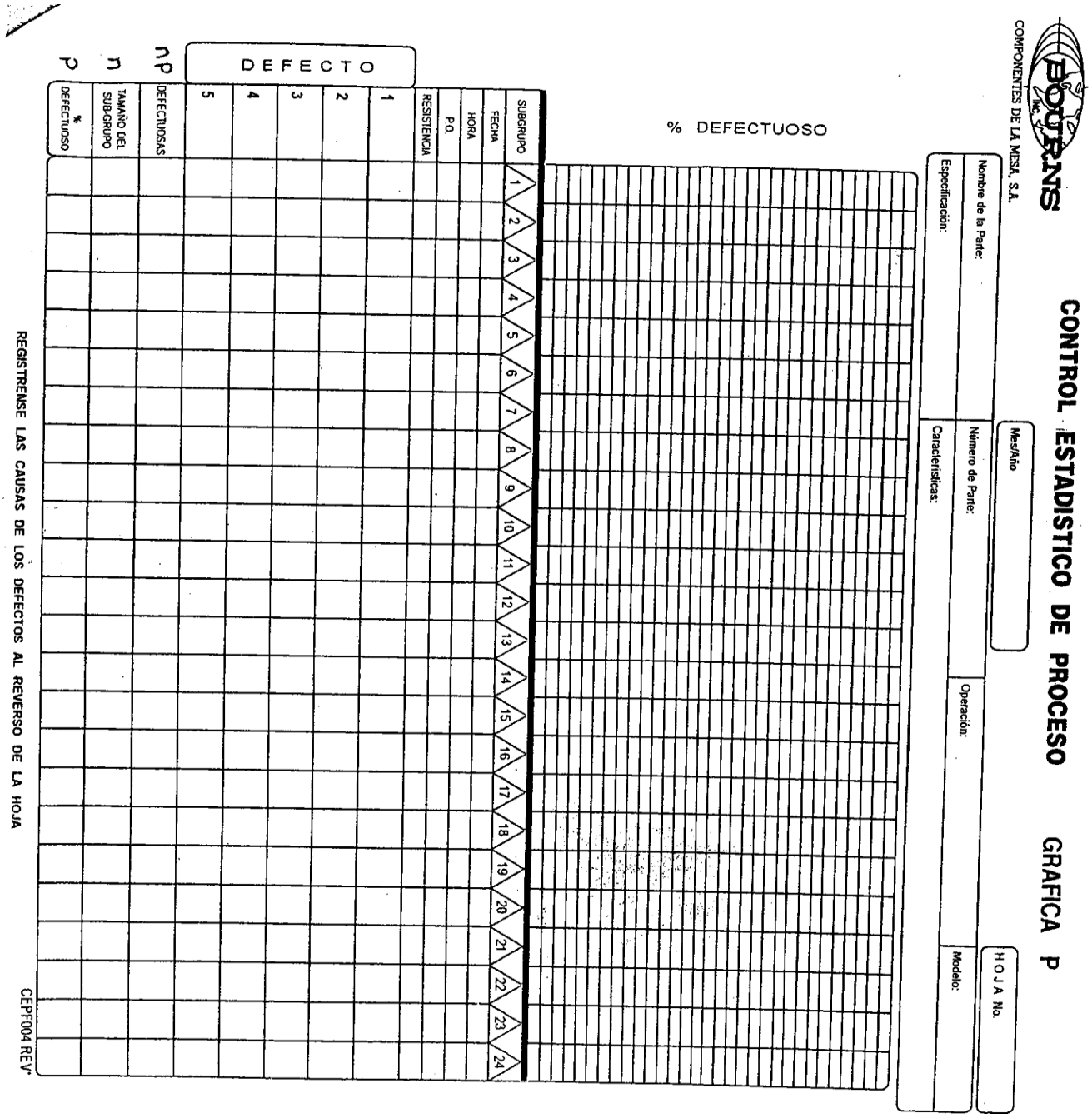


Conclusiones :

-La grafica esta fuera de control estadístico, se debe corregir e investigar las causas fuera de control. Para mejorar la variación del proceso.

-El proceso presenta una capacidad de 10.77 de Montajes disconformes.

Anexo 12: Formato de carta para Atributos.



BOURNS INC.

COMPONENTES DE LA MESA, S.A.

CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO GRAFICA P

Nombre de la Parte:	Mes/Año		HOJA No.
Número de Parte:		Operación:	
Especificación:	Características:		Modelo:

% DEFECTUOSO

SUBGRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
FECHA																								
HORA																								
P.O.																								
RESISTENCIA																								
DEFECTO 1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
np DEFECTUOSAS																								
n TAMAÑO DEL SUB-GRUPO																								
p % DEFECTUOSO																								

REGISTRENSE LAS CAUSAS DE LOS DEFECTOS AL REVERSO DE LA HOJA

CEPF004 REV"

Anexo 13: Tablas de Muestreo por Atributos Mil-Std-105 E (ANSI/ASQ Z 1.4).

TABLA I – Código de letras según muestra

Tamaño del Lote			Niveles especiales de Inspeccion				Niveles Generales de Inspeccion		
			S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2	to	8	A	A	A	A	A	A	B
9	to	15	A	A	A	A	A	B	C
16	to	25	A	A	B	B	B	C	D
26	to	50	A	B	B	C	C	D	E
51	to	90	B	B	C	C	C	E	F
91	to	150	B	B	C	D	D	F	G
151	to	280	B	C	D	E	E	G	H
281	to	500	B	C	D	E	F	H	J
501	to	1200	C	C	E	F	G	J	K
1201	to	3200	C	D	E	G	H	K	L
3201	to	10000	C	D	F	G	J	L	M
10001	to	35000	C	D	F	H	K	M	N
35001	to	1500000	D	E	G	J	L	N	P
150001	to	500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001	to	over	D	E	H	K	N	Q	R

Tabla inspección normal : Muestreo Simple

Norma Militar 105D (ANSI/ASQC Z1.4)

Tabla 10-8 Tabla maestra para inspección normal: muestreo simple (MIL STD 105D, Tabla II-A)

Letra de código de tamaño muestral	Tamaño muestral	Niveles de calidad aceptable (inspección normal)																									
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	↑
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	↑	↑
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
L	200	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
M	315	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
N	500	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
P	800	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Q	1250	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
R	2000	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

↓ = Use el primer plan de mustreo indicado abajo de la flecha. Si el tamaño muestral es igual a, o excede el tamaño del lote, se realiza una inspección al 100%.

↑ = Use el primer plan de muestro indicado arriba de la flecha.

Ac = Número de aceptación.

Re = Número de rechazo.

Tabla inspección estricto : Muestreo Simple

Muestreo para Aceptación Lote por Lote por Atributos

Tabla 10-9 Tabla maestra para inspección estricta: muestreo simple (MIL STD 105D, Tabla II-B)

Letra codigo del tamaño muestral	Tamaño muestral	Niveles de calidad aceptable (inspección normal)																																							
		0.010		0.015		0.025		0.040		0.065		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		10		15		25		40		65		100		150		250		400		650		1000	
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A	2	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	27	28
B	3	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		0	1	⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	27	28	41	42	⇧	
C	5	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		0	1	⇩		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	27	28	41	42	⇧	
D	8	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		0	1	⇩		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	27	28	41	42	⇧		⇧	
E	13	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		0	1	⇩		1	2	⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	⇧		⇧		⇧		⇧		⇧	
F	20	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		0	1	⇩		1	2	2	3	3	4	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧	
G	32	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		0	1	⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	5	6	8	9	12	13	18	19	⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧	
H	50	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		0	1	⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	8	9	12	13	18	19	⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧	
J	80	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		0	1	1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	12	13	18	19	⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧	
K	125	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		0	1	0	1	⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧	
L	200	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		0	1	⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧	
M	315	⇩		⇩		⇩		⇩		0	1	⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧	
N	500	⇩		⇩		⇩		0	1	⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧	
P	800	⇩		⇩		0	1	⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧	
Q	1250	⇩		0	1	⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧	
R	2000	0	1	⇧		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧		⇧	
S	3150	⇩		⇩		1	2	⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩		⇩	

⇩ Use el primer plan de mustreo indicado abajo de la flecha. Si el tamaño muestral es igual a, o excede el tamaño del lote, se realiza una inspección al 100%.

⇧ Use el primer plan de muestro indicado arriba de la flecha.

Ac = Número de aceptación.

Re = Número de rechazo

Tabla inspección reducida : Muestreo Simple

Norma Militar 105D (ANSI/ASQC Z1.4)

Tabla 10-10 Tabla maestra para inspección reducida: muestreo simple (MIL STD 105D, Tabla II-C)

Niveles de calidad aceptable (inspección reducida)† — cada celda: Ac Re

Letra código del tamaño muestral	Tamaño muestral	0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
B	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
C	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1
D	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑
E	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓
F	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2
G	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3
H	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4
J	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5
K	50	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6
L	80	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8
M	125	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10
N	200	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13
P	315	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑
Q	500	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑
R	800	↑	↑	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑

Letra código del tamaño muestral	Tamaño muestral	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
A	2	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31
B	2	0 1	↑	↓	0 2	1 3	2 4	3 5	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31
C	2	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	14 17	21 24	↑
D	3	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	14 17	21 24	↑	↑
E	5	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	14 17	21 24	↑	↑	↑
F	8	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑
G	13	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
H	20	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
J	32	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
K	50	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
L	80	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
M	125	10 13	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
N	200	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
P	315	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Q	500	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
R	800	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

↓ = Use el primer plan de mustreo indicado abajo de la flecha. Si el tamaño muestral es igual a, o excede el tamaño del lote, se realiza una inspección al 100%.

↑ = Use el primer plan de muestro indicado arriba de la flecha.

Ac = Número de aceptación.

Re = Número de rechazo.

† Si se ha rebasado el número de aceptación, pero sin llegar al número de rechazo, se acepta el lote, pero se reinstaura la inspección normal.

Tabla inspección normal : Muestreo Doble

Tabla 10-11 Tabla maestra para inspección normal: muestreo doble (MIL STD 105D, Tabla III-A)

Letra código de Tamaño muestral	Muestra	Tamaño muestral	Tamaño muestral acumulativo	0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↓	↓	*	*	*	*	*	*	*	*	*
B	Primera	2	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	17 22	25 31
	Segunda	2	4																	1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27	37 38	56 57
C	Primera	3	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	17 22	25 31	↑
	Segunda	3	6																1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27	37 38	56 57	
D	Primera	5	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	17 22	25 31	↑	↑
	Segunda	5	10														1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27	37 38	56 57		
E	Primera	8	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	17 22	25 31	↑	↑	↑
	Segunda	8	16													1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27	37 38	56 57			
F	Primera	13	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	13	26												1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27						
G	Primera	20	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	20	40											1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27							
H	Primera	32	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	32	64										1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27								
J	Primera	50	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	50	100									1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27									
K	Primera	80	80	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	80	160								1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27										
L	Primera	125	125	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	125	250							1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27											
M	Primera	200	200	↓	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	200	400						1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27												
N	Primera	315	315	↓	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	315	630					1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27													
P	Primera	500	500	↓	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	500	1000				1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27														
Q	Primera	800	800	*	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	800	1600				1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27															
R	Primera	1250	1250	↑	↑	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	1250	2500			1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27																

Niveles de calidad aceptable (inspección normal) — columnas 0.010 a 1000.

↓ = Use el primer plan de mustreo indicado abajo de la flecha. Si el tamaño muestral es igual a, o excede el tamaño del lote, se realiza una inspección al 100%.

↑ = Use el primer plan de muestro indicado arriba de la flecha.

Ac = Número de aceptación.

Re = Número de rechazo.

* = Use el plan de muestreo simple correspondiente (o, en alternativa, el plan de muestreo doble que sigue abajo, cuando esté disponible).

Tabla inspección estricta : Muestreo Doble

Norma Militar 105D (ANSI/ASQC Z1.4)

Tabla 10-12 Tabla maestra para inspección estricta: muestreo doble (MIL STD 105D, Tabla III-B)

Letra código de tamaño muestral	Muestra	Tamaño muestral	Tamaño muestral acumulativo	Niveles de calidad aceptable (inspección estricta)																									
				0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	•	•	•	•	•	•	•
B	Primera	2	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	15 20	23 29
	Segunda	2	4																		1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24	34 35	52 53
C	Primera	3	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	15 20	23 29	↑
	Segunda	3	6																	1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24	34 35	52 53	
D	Primera	5	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	15 20	23 29	↑	↑
	Segunda	5	10															1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24	34 35	52 53		
E	Primera	8	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	15 20	23 29	↑	↑	↑
	Segunda	8	16														1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24	34 35	52 53			
F	Primera	13	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	13	26													1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24						
G	Primera	20	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	20	40												1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24							
H	Primera	32	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	32	64											1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24								
J	Primera	50	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	50	100										1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24									
K	Primera	80	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	80	160									1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24										
L	Primera	125	125	↓	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	125	250								1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24											
M	Primera	200	200	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	200	400							1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24												
N	Primera	315	315	↓	↓	↓	•	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	315	630							1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24													
P	Primera	500	500	↓	↓	•	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	500	1000						1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24														
Q	Primera	800	800	↓	•	↓	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	800	1600					1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24															
R	Primera	1250	1250	•	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	6 10	9 14	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	1250	2500				1 2	3 4	4 5	6 7	11 12	15 16	23 24																
S	Primera	2000	2000			0 2																							
	Segunda	2000	4000			1 2																							

↓ = Use el primer plan de mustreo indicado abajo de la flecha. Si el tamaño muestral es igual a, o excede el tamaño del lote, se realiza una inspección al 100%.

↑ = Use el primer plan de muestro indicado arriba de la flecha.

Ac = Número de aceptación.

Re = Número de rechazo.

• = Use el plan de muestreo simple correspondiente (o, en alternativa, el plan de muestreo doble que sigue abajo, cuando esté disponible).

Tabla inspección reducida : Muestreo Doble

Muestreo para Aceptación Lote por Lote por Atributos

Tabla 10-13 Tabla maestra para inspección reducida: muestreo doble (MIL STD 105D, Tabla III-C)

Letra código de tamaño muestral	Tamaño muestral	Muestra	Tamaño muestral acumulado	0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	•	•	•	•	•	•	•	•	•
B				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
C				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	↑
D	Primera	2	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	7 12	11 17	↑	↑
	Segunda	2	4															0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16	18 22	26 30		
E	Primera	3	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	7 12	11 17	↑	↑	↑
	Segunda	3	6														0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16	18 22	26 30			
F	Primera	5	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	5	10													0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16						
G	Primera	8	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	8	16												0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16							
H	Primera	13	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	13	26											0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16								
J	Primera	20	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	20	40										0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16									
K	Primera	32	32	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	32	64									0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16										
L	Primera	50	50	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	50	100								0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16											
M	Primera	80	80	↓	↓	↓	•	↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	80	160							0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16												
N	Primera	125	125	↓	↓	•	↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	125	250						0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16													
P	Primera	200	200	↓	•	↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	200	400					0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16														
Q	Primera	315	315	•	↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	315	630				0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16															
R	Primera	500	500	↑	↑	0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	500	1000			0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16																

Niveles de calidad aceptable (inspección reducida) †

↓ = Use el primer plan de mustreo indicado abajo de la flecha. Si el tamaño muestral es igual a, o excede el tamaño del lote, se realiza una inspección al 100%.

↑ = Use el primer plan de muestro indicado arriba de la flecha.

Ac = Número de aceptación.

Re = Número de rechazo.

• = Use el plan de muestreo simple correspondiente (o, en alternativa, el plan de muestreo doble que sigue abajo, cuando esté disponible).

† = Si después de la segunda muestra se excede el número de aceptación, pero sin llegar al número de rechazo, se acepta el lote, pero se reinstaura la inspección normal.

Norma Militar 105D (ANSI/ASQC Z1.4)

Tabla 10-14 Tabla maestra para inspección normal: muestreo . . múltiple (MIL STD 105D, Tabla IV-A)

Letra código de tamaño muestral	Muestra	Tamaño muestral	Tamaño muestral acumulativo	Niveles de calidad aceptable (inspección normal)																									
				0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↓	↓	*	*	*	*	*	*	*	*	*
B				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		*	↑	↓	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
C				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	↑
D	Primera	2	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	# 2	# 2	# 3	# 4	0 4	0 5	1 7	2 9	4 12	6 16	↑	↑
	Segunda	2	4															# 2	0 3	0 3	1 5	1 6	3 8	4 10	7 14	11 19	17 27		
	Tercera	2	6															0 2	0 3	1 4	2 6	3 8	6 10	8 13	13 19	19 27	29 39		
	Cuarta	2	8															0 3	1 4	2 5	3 7	5 10	8 13	12 17	19 25	27 34	40 49		
	Quinta	2	10															1 3	2 4	3 6	5 8	7 11	11 15	17 20	25 29	36 40	53 58		
	Sexta	2	12															1 3	3 5	4 6	7 9	10 12	14 17	21 23	31 33	45 47	65 68		
	Séptima	2	14															2 3	4 5	6 7	9 10	13 14	18 19	25 26	37 38	53 54	77 78		
E	Primera	3	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	# 2	# 2	# 3	# 4	0 4	0 5	1 7	2 9	4 12	6 16	↑	↑	↑
	Segunda	3	6														# 2	0 3	0 3	1 5	1 6	3 8	4 10	7 14	11 19	17 27			
	Tercera	3	9														0 2	0 3	1 4	2 6	3 8	6 10	8 13	13 19	19 27	29 39			
	Cuarta	3	12														0 3	1 4	2 5	3 7	5 10	8 13	12 17	19 25	27 34	40 49			
	Quinta	3	15														1 3	2 4	3 6	5 8	7 11	11 15	17 20	25 29	36 40	53 58			
	Sexta	3	18														1 3	3 5	4 6	7 9	10 12	14 17	21 23	31 33	45 47	65 68			
	Séptima	3	21														2 3	4 5	6 7	9 10	13 14	18 19	25 26	37 38	53 54	77 78			
F	Primera	5	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	# 2	# 2	# 3	# 4	0 4	0 5	1 7	2 9	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	5	10													# 2	0 3	0 3	1 5	1 6	3 8	4 10	7 14						
	Tercera	5	15													0 2	0 3	1 4	2 6	3 8	6 10	8 13	13 19						
	Cuarta	5	20													0 3	1 4	2 5	3 7	5 10	8 13	12 17	19 25						
	Quinta	5	25													1 3	2 4	3 6	5 8	7 11	11 15	17 20	25 29						
	Sexta	5	30													1 3	3 5	4 6	7 9	10 12	14 17	21 23	31 33						
	Séptima	5	35													2 3	4 5	6 7	9 10	13 14	18 19	25 26	37 38						
G	Primera	8	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	# 2	# 2	# 3	# 4	0 4	0 5	1 7	2 9	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	8	16												# 2	0 3	0 3	1 5	1 6	3 8	4 10	7 14							
	Tercera	8	24												0 2	0 3	1 4	2 6	3 8	6 10	8 13	13 19							
	Cuarta	8	32												0 3	1 4	2 5	3 7	5 10	8 13	12 17	19 25							
	Quinta	8	40												1 3	2 4	3 6	5 8	7 11	11 15	17 20	25 29							
	Sexta	8	48												1 3	3 5	4 6	7 9	10 12	14 17	21 23	31 33							
	Séptima	8	56												2 3	4 5	6 7	9 10	13 14	18 19	25 26	37 38							
H	Primera	13	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	# 2	# 2	# 3	# 4	0 4	0 5	1 7	2 9	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	13	26											# 2	0 3	0 3	1 5	1 6	3 8	4 10	7 14								
	Tercera	13	39											0 2	0 3	1 4	2 6	3 8	6 10	8 13	13 19								
	Cuarta	13	52											0 3	1 4	2 5	3 7	5 10	8 13	12 17	19 25								
	Quinta	13	65											1 3	2 4	3 6	5 8	7 11	11 15	17 20	25 29								
	Sexta	13	78											1 3	3 5	4 6	7 9	10 12	14 17	21 23	31 33								
	Séptima	13	91											2 3	4 5	6 7	9 10	13 14	18 19	25 26	37 38								
J	Primera	20	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	*	↑	↓	# 2	# 2	# 3	# 4	0 4	0 5	1 7	2 9	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	20	40										# 2	0 3	0 3	1 5	1 6	3 8	4 10	7 14									
	Tercera	20	60										0 2	0 3	1 4	2 6	3 8	6 10	8 13	13 19									
	Cuarta	20	80										0 3	1 4	2 5	3 7	5 10	8 13	12 17	19 25									
	Quinta	20	100										1 3	2 4	3 6	5 8	7 11	11 15	17 20	25 29									
	Sexta	20	120										1 3	3 5	4 6	7 9	10 12	14 17	21 23	31 33									
	Séptima	20	140										2 3	4 5	6 7	9 10	13 14	18 19	25 26	37 38									

↓ = Use el primer plan de mustreo indicado abajo de la flecha (cuando sea necesario, refiérase a la continuación de la tabla en la página siguiente). Si el tamaño muestral es igual a, o excede el tamaño del lote, se realiza una inspección al 100%.

↑ = Use el primer plan de muestro indicado arriba de la flecha.

Ac = Número de aceptación.

Re = Número de rechazo.

* = Use el plan de muestreo simple correspondiente (o, en alternativa, el plan de muestreo múltiple que sigue abajo, cuando esté disponible).

++ = Utilice el plan de muestreo doble correspondiente (o, en alternativa, el plan de muestreo múltiple que sigue abajo, cuando esté disponible).

\# = No se permite la aceptación para este tamaño muestral.

Tabla 10-14 *(Continuación)*

Letra código de tamaño muestral	Muestra	Tamaño muestral	Tamaño muestral acumulativo	Niveles de calidad aceptable (inspección normal) 0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
K	Primera	32	32	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇧	⇩	* 2	* 2	* 3	* 4	0 4	0 5	1 7	2 9	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	32	64									* 2	0 3	0 3	1 5	1 6	3 8	4 10	7 14										
	Tercera	32	96									0 2	0 3	1 4	2 6	3 8	6 10	8 13	13 19										
	Cuarta	32	128									0 3	1 4	2 5	3 7	5 10	8 13	12 17	19 25										
	Quinta	32	160									1 3	2 4	3 6	5 8	7 11	11 15	17 20	25 29										
	Sexta	32	192									1 3	3 5	4 6	7 9	10 12	14 17	21 23	31 33										
	Séptima	32	224									2 3	4 5	6 7	9 10	13 14	18 19	25 26	37 38										
L	Primera	50	50	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇧	⇩	* 2	* 2	* 3	* 4	0 4	0 5	1 7	2 9	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	50	100								* 2	0 3	0 3	1 5	1 6	3 8	4 10	7 14											
	Tercera	50	150								0 2	0 3	1 4	2 6	3 8	6 10	8 13	13 19											
	Cuarta	50	200								0 3	1 4	2 5	3 7	5 10	8 13	12 17	19 25											
	Quinta	50	250								1 3	2 4	3 6	5 8	7 11	11 15	17 20	25 29											
	Sexta	50	300								1 3	3 5	4 6	7 9	10 12	14 17	21 23	31 33											
	Séptima	50	350								2 3	4 5	6 7	9 10	13 14	18 19	25 26	37 38											
M	Primera	80	80	⇩	⇩	⇩	•	⇧	⇩	* 2	* 2	* 3	* 4	0 4	0 5	1 7	2 9	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	80	160							* 2	0 3	0 3	1 5	1 6	3 8	4 10	7 14												
	Tercera	80	240							0 2	0 3	1 4	2 6	3 8	6 10	8 13	13 19												
	Cuarta	80	320							0 3	1 4	2 5	3 7	5 10	8 13	12 17	19 25												
	Quinta	80	400							1 3	2 4	3 6	5 8	7 11	11 15	17 20	25 29												
	Sexta	80	480							1 3	3 5	4 6	7 9	10 12	14 17	21 23	31 33												
	Séptima	80	560							2 3	4 5	6 7	9 10	13 14	18 19	25 26	37 38												
N	Primera	125	125	⇩	⇩	•	⇧	⇩	* 2	* 2	* 3	* 4	0 4	0 5	1 7	2 9	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	125	250						* 2	0 3	0 3	1 5	1 6	3 8	4 10	7 14													
	Tercera	125	375						0 2	0 3	1 4	2 6	3 8	6 10	8 13	13 19													
	Cuarta	125	500						0 3	1 4	2 5	3 7	5 10	8 13	12 17	19 25													
	Quinta	125	625						1 3	2 4	3 6	5 8	7 11	11 15	17 20	25 29													
	Sexta	125	750						1 3	3 5	4 6	7 9	10 12	14 17	21 23	31 33													
	Séptima	125	875						2 3	4 5	6 7	9 10	13 14	18 19	25 26	37 38													
P	Primera	200	200	⇩	•	⇧	⇩	* 2	* 2	* 3	* 4	0 4	0 5	1 7	2 9	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	200	400					* 2	0 3	0 3	1 5	1 6	3 8	4 10	7 14														
	Tercera	200	600					0 2	0 3	1 4	2 6	3 8	6 10	8 13	13 19														
	Cuarta	200	800					0 3	1 4	2 5	3 7	5 10	8 13	12 17	19 25														
	Quinta	200	1000					1 3	2 4	3 6	5 8	7 11	11 15	17 20	25 29														
	Sexta	200	1200					1 3	3 5	4 6	7 9	10 12	14 17	21 23	31 33														
	Séptima	200	1400					2 3	4 5	6 7	9 10	13 14	18 19	25 26	37 38														
Q	Primera	315	315	•	⇧	⇩	* 2	* 2	* 3	* 4	0 4	0 5	1 7	2 9	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	315	630				* 2	0 3	0 3	1 5	1 6	3 8	4 10	7 14															
	Tercera	315	945				0 2	0 3	1 4	2 6	3 8	6 10	8 13	13 19															
	Cuarta	315	1260				0 3	1 4	2 5	3 7	5 10	8 13	12 17	19 25															
	Quinta	315	1575				1 3	2 4	3 6	5 8	7 11	11 15	17 20	25 29															
	Sexta	315	1890				1 3	3 5	4 6	7 9	10 12	14 17	21 23	31 33															
	Séptima	315	2205				2 3	4 5	6 7	9 10	13 14	18 19	25 26	37 38															
R	Primera	500	500	⇧	⇧	* 2	* 2	* 3	* 4	0 4	0 5	1 7	2 9	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	500	1000			* 2	0 3	0 3	1 5	1 6	3 8	4 10	7 14																
	Tercera	500	1500			0 2	0 3	1 4	2 6	3 8	6 10	8 13	13 19																
	Cuarta	500	2000			0 3	1 4	2 5	3 7	5 10	8 13	12 17	19 25																
	Quinta	500	2500			1 3	2 4	3 6	5 8	7 11	11 15	17 20	25 29																
	Sexta	500	3000			1 3	3 5	4 6	7 9	10 12	14 17	21 23	31 33																
	Séptima	500	3500			2 3	4 5	6 7	9 10	13 14	18 19	25 26	37 38																

⇩ = Use el primer plan de muestreo indicado abajo de la flecha. Si el tamaño muestral es igual a, o excede el tamaño del lote, se realiza una inspección al 100%.

⇧ = Use el primer plan de muestreo indicado arriba de la flecha (refiérase a la página anterior, cuando haga falta.

Ac = Número de aceptación.

Re = Número de rechazo.

* = Use el plan de muestreo simple correspondiente (o, en alternativa, el plan de muestreo múltiple que sigue abajo, cuando esté disponible).

• = No se permite la aceptación para este tamaño muestral.

Tabla inspección estricta : Muestreo multiple

Tabla 10-15 Tabla maestra para inspección estricta: muestreo múltiple (MIL STD 105D, Tabla IV-B)

Letra código de tamaño muestral	Muestra	Tamaño muestral	Tamaño muestral acumulativo	0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
				Niveles de calidad aceptable (inspección ·																									
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A				⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	•	•	•	•	•	•	•
B				⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	++	++	++	++	++	++	++	++	++
C				⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	++	++	++	++	++	++	++	++	++	⇧
D	Primera	2	2	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	# 2	# 2	# 3	# 4	0 4	0 6	1 8	3 10	6 15	⇧	⇧
	Segunda	2	4	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	# 2	0 3	0 3	1 5	2 7	3 9	6 12	10 17	16 25	⇧	⇧
	Tercera	2	6	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	0 2	0 3	1 4	2 6	4 9	7 12	11 17	17 24	26 36	⇧	⇧
	Cuarta	2	8	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	0 3	1 4	2 5	3 7	6 11	10 15	16 22	24 31	37 46	⇧	⇧
	Quinta	2	10	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	1 3	2 4	3 6	5 8	9 12	14 17	22 25	32 37	49 55	⇧	⇧
	Sexta	2	12	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	1 3	3 5	4 6	7 9	12 14	18 20	27 29	40 43	61 64	⇧	⇧
	Séptima	2	14	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	2 3	4 5	6 7	9 10	14 15	21 22	32 33	48 49	72 73	⇧	⇧
E	Primera	3	3	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	# 2	# 2	# 3	# 4	0 4	0 6	1 8	3 10	6 15	⇧	⇧	⇧
	Segunda	3	6	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	# 2	0 3	0 3	1 5	2 7	3 9	6 12	10 17	16 25	⇧	⇧	⇧
	Tercera	3	9	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	0 2	0 3	1 4	2 6	4 9	7 12	11 17	17 24	26 36	⇧	⇧	⇧
	Cuarta	3	12	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	0 3	1 4	2 5	3 7	6 11	10 15	16 22	24 31	37 46	⇧	⇧	⇧
	Quinta	3	15	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	1 3	2 4	3 6	5 8	9 12	14 17	22 25	32 37	49 55	⇧	⇧	⇧
	Sexta	3	18	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	1 3	3 5	4 6	7 9	12 14	18 20	27 29	40 43	61 64	⇧	⇧	⇧
	Séptima	3	21	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	2 3	4 5	6 7	9 10	14 15	21 22	32 33	48 49	72 73	⇧	⇧	⇧
F	Primera	5	5	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	# 2	# 2	# 3	# 4	0 4	0 6	1 8	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	5	10	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	# 2	0 3	0 3	1 5	2 7	3 9	6 12	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Tercera	5	15	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	0 2	0 3	1 4	2 6	4 9	7 12	11 17	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Cuarta	5	20	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	0 3	1 4	2 5	3 7	6 11	10 15	16 22	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Quinta	5	25	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	1 3	2 4	3 6	5 8	9 12	14 17	22 25	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Sexta	5	30	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	1 3	3 5	4 6	7 9	12 14	18 20	27 29	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Séptima	5	35	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	2 3	4 5	6 7	9 10	14 15	21 22	32 33	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
G	Primera	8	8	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	# 2	# 2	# 3	# 4	0 4	0 6	1 8	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	8	16	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	# 2	0 3	0 3	1 5	2 7	3 9	6 12	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Tercera	8	24	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	0 2	0 3	1 4	2 6	4 9	7 12	11 17	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Cuarta	8	32	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	0 3	1 4	2 5	3 7	6 11	10 15	16 22	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Quinta	8	40	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	1 3	2 4	3 6	5 8	9 12	14 17	22 25	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Sexta	8	48	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	1 3	3 5	4 6	7 9	12 14	18 20	27 29	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Séptima	8	56	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	2 3	4 5	6 7	9 10	14 15	21 22	32 33	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
H	Primera	13	13	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	# 2	# 2	# 3	# 4	0 4	0 6	1 8	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	13	26	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	# 2	0 3	0 3	1 5	2 7	3 9	6 12	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Tercera	13	39	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	0 2	0 3	1 4	2 6	4 9	7 12	11 17	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Cuarta	13	52	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	0 3	1 4	2 5	3 7	6 11	10 15	16 22	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Quinta	13	65	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	1 3	2 4	3 6	5 8	9 12	14 17	22 25	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Sexta	13	78	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	1 3	3 5	4 6	7 9	12 14	18 20	27 29	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Séptima	13	91	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	2 3	4 5	6 7	9 10	14 15	21 22	32 33	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
J	Primera	20	20	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	# 2	# 2	# 3	# 4	0 4	0 6	1 8	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	20	40	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	# 2	0 3	0 3	1 5	2 7	3 9	6 12	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Tercera	20	60	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	0 2	0 3	1 4	2 6	4 9	7 12	11 17	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Cuarta	20	80	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	0 3	1 4	2 5	3 7	6 11	10 15	16 22	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Quinta	20	100	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	1 3	2 4	3 6	5 8	9 12	14 17	22 25	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Sexta	20	120	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	1 3	3 5	4 6	7 9	12 14	18 20	27 29	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Séptima	20	140	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇩	⇩	2 3	4 5	6 7	9 10	14 15	21 22	32 33	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧

⇩ = Use el primer plan de mustreo indicado abajo de la flecha (cuando sea necesario, refiérase a la continuación de la tabla en la página siguiente). Si el tamaño muestral es igual a, o excede el tamaño del lote, se realiza una inspección al 100%.
⇧ = Use el primer plan de muestro indicado arriba de la flecha.
Ac = Número de aceptación.
Re = Número de rechazo.
• = Use el plan de muestreo simple correspondiente (o, en alternativa, el plan de muestreo múltiple que sigue abajo, cuando esté disponible).
++ = Utilice el plan de muestreo doble correspondiente (o, en alternativa, el plan de muestreo múltiple que sigue abajo, cuando esté disponible).
= No se permite la aceptación para este tamaño muestral.

Norma Militar 105D (ANSI/ASQC Z1.4)

Tabla 10-15 *(Continuación)*

Niveles de calidad aceptable (inspección

Letra código de tamaño muestral	Muestra	Tamaño muestral	Tamaño muestral acumulativo	0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
K	Primera	32	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	* 2	* 2
	Segunda	32	64										* 2	0 3
	Tercera	32	96										0 2	0 3
	Cuarta	32	128										0 3	1 4
	Quinta	32	160										1 3	2 4
	Sexta	32	192										1 3	3 5
	Séptima	32	224										2 3	4 5
L	Primera	50	50	↓	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	* 2	* 2	* 3
	Segunda	50	100									* 2	0 3	0 3
	Tercera	50	150									0 2	0 3	1 4
	Cuarta	50	200									0 3	1 4	2 5
	Quinta	50	250									1 3	2 4	3 6
	Sexta	50	300									1 3	3 5	4 6
	Séptima	50	350									2 3	4 5	6 7
M	Primera	80	80	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	* 2	* 2	* 3	* 4
	Segunda	80	160								* 2	0 3	0 3	1 5
	Tercera	80	240								0 2	0 3	1 4	2 6
	Cuarta	80	320								0 3	1 4	2 5	3 7
	Quinta	80	400								1 3	2 4	3 6	5 8
	Sexta	80	480								1 3	3 5	4 6	7 9
	Séptima	80	560								2 3	4 5	6 7	9 10
N	Primera	125	125	↓	↓	↓	•	↓	↓	* 2	* 2	* 3	* 4	0 4
	Segunda	125	250							* 2	0 3	0 3	1 5	2 7
	Tercera	125	375							0 2	0 3	1 4	2 6	4 9
	Cuarta	125	500							0 3	1 4	2 5	3 7	6 11
	Quinta	125	625							1 3	2 4	3 6	5 8	9 12
	Sexta	125	750							1 3	3 5	4 6	7 9	12 14
	Séptima	125	875							2 3	4 5	6 7	9 10	14 15
P	Primera	200	200	↓	↓	•	↓	↓	* 2	* 2	* 3	* 4	0 4	0 6
	Segunda	200	400						* 2	0 3	0 3	1 5	2 7	3 9
	Tercera	200	600						0 2	0 3	1 4	2 6	4 9	7 12
	Cuarta	200	800						0 3	1 4	2 5	3 7	6 11	10 15
	Quinta	200	1000						1 3	2 4	3 6	5 8	9 12	14 17
	Sexta	200	1200						1 3	3 5	4 6	7 9	12 14	18 20
	Séptima	200	1400						2 3	4 5	6 7	9 10	14 15	21 22
Q	Primera	315	315	↓	•	↓	↓	* 2	* 2	* 3	* 4	0 4	0 6	1 8
	Segunda	315	630					* 2	0 3	0 3	1 5	2 7	3 9	6 12
	Tercera	315	945					0 2	0 3	1 4	2 6	4 9	7 12	11 17
	Cuarta	315	1260					0 3	1 4	2 5	3 7	6 11	10 15	16 22
	Quinta	315	1575					1 3	2 4	3 6	5 8	9 12	14 17	22 25
	Sexta	315	1890					1 3	3 5	4 6	7 9	12 14	18 20	27 29
	Séptima	315	2205					2 3	4 5	6 7	9 10	14 15	21 22	32 33
R	Primera	500	500	•	↑	↓	* 2	* 2	* 3	* 4	0 4	0 6	1 8	↑
	Segunda	500	1000				* 2	0 3	0 3	1 5	2 7	3 9	6 12	
	Tercera	500	1500				0 2	0 3	1 4	2 6	4 9	7 12	11 17	
	Cuarta	500	2000				0 3	1 4	2 5	3 7	6 11	10 15	16 22	
	Quinta	500	2500				1 3	2 4	3 6	5 8	9 12	14 17	22 25	
	Sexta	500	3000				1 3	3 5	4 6	7 9	12 14	18 20	27 29	
	Séptima	500	3500				2 3	4 5	6 7	9 10	14 15	21 22	32 33	
S	Primera	800	800			* 2								
	Segunda	800	1600			* 2								
	Tercera	800	2400			0 2								
	Cuarta	800	3200			0 3								
	Quinta	800	4000			1 3								
	Sexta	800	4800			1 3								
	Séptima	800	5600			2 3								

Letra código de tamaño muestral	Muestra	Tamaño muestral	Tamaño muestral acumulativo	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
K	Primera	32	32	* 3	* 4	0 4	0 6	1 8	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	32	64	0 3	1 5	2 7	3 9	6 12										
	Tercera	32	96	1 4	2 6	4 9	7 12	11 17										
	Cuarta	32	128	2 5	3 7	6 11	10 15	16 22										
	Quinta	32	160	3 6	5 8	9 12	14 17	22 25										
	Sexta	32	192	4 6	7 9	12 14	18 20	27 29										
	Séptima	32	224	6 7	9 10	14 15	21 22	32 33										
L	Primera	50	50	* 4	0 4	0 6	1 8	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	50	100	1 5	2 7	3 9	6 12											
	Tercera	50	150	2 6	4 9	7 12	11 17											
	Cuarta	50	200	3 7	6 11	10 15	16 22											
	Quinta	50	250	5 8	9 12	14 17	22 25											
	Sexta	50	300	7 9	12 14	18 20	27 29											
	Séptima	50	350	9 10	14 15	21 22	32 33											
M	Primera	80	80	0 4	0 6	1 8	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	80	160	2 7	3 9	6 12												
	Tercera	80	240	4 9	7 12	11 17												
	Cuarta	80	320	6 11	10 15	16 22												
	Quinta	80	400	9 12	14 17	22 25												
	Sexta	80	480	12 14	18 20	27 29												
	Séptima	80	560	14 15	21 22	32 33												
N	Primera	125	125	0 6	1 8	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	125	250	3 9	6 12													
	Tercera	125	375	7 12	11 17													
	Cuarta	125	500	10 15	16 22													
	Quinta	125	625	14 17	22 25													
	Sexta	125	750	18 20	27 29													
	Séptima	125	875	21 22	32 33													
P	Primera	200	200	1 8	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	200	400	6 12														
	Tercera	200	600	11 17														
	Cuarta	200	800	16 22														
	Quinta	200	1000	22 25														
	Sexta	200	1200	27 29														
	Séptima	200	1400	32 33														
Q	Primera	315	315	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	315	630															
	Tercera	315	945															
	Cuarta	315	1260															
	Quinta	315	1575															
	Sexta	315	1890															
	Séptima	315	2205															
R	Primera	500	500	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	500	1000															
	Tercera	500	1500															
	Cuarta	500	2000															
	Quinta	500	2500															
	Sexta	500	3000															
	Séptima	500	3500															
S	Primera	800	800															
	Segunda	800	1600															
	Tercera	800	2400															
	Cuarta	800	3200															
	Quinta	800	4000															
	Sexta	800	4800															
	Séptima	800	5600															

⇩ Use el primer plan de muestreo indicado abajo de la flecha. Si el tamaño muestral es igual a, o excede el tamaño del lote, se realiza una inspección al 100%.

⇧ Use el primer plan de muestreo indicado arriba de la flecha (refiérase a la página anterior, cuando sea necesario).

Ac Número de aceptación.

Re Número de rechazo.

* No se permite la aceptación para este tamaño muestra.

• Si, después de la última muestra, se excede el número de aceptación, pero sin llegar al número de rechazo, se acepta el lote, pero se reinstaure la inspección normal.

Tabla 10-16 Tabla maestra para inspección reducida: muestreo múltiple (MIL STD 105D, Tabla IV-C)

Letra código de tamaño muestral	Muestra	Tamaño muestral	Tamaño muestral acumulativo	Niveles de calidad aceptable (inspección reducida) †																									
				0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↓	↓	•	•	•	•	•	•	•	•	•
B				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
C				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	↑
D				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	↑	↑
E				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	↑	↑	↑
F	Primera	2	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	* 2	* 2	* 3	* 3	* 4	* 4	0 5	0 6	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	2	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	* 2	* 3	* 3	0 4	0 5	1 6	1 7	3 9	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Tercera	2	6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 5	1 6	2 8	3 9	6 12	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Cuarta	2	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	0 4	0 5	1 6	2 7	3 10	5 12	8 15	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Quinta	2	10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	0 4	1 6	2 7	3 8	5 11	7 13	11 17	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Sexta	2	12	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	1 5	1 6	3 7	4 9	7 12	10 15	14 20	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Séptima	2	14	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	1 3	1 5	2 7	4 8	6 10	9 14	13 17	18 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑
G	Primera	3	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	* 2	* 2	* 3	* 3	* 4	* 4	0 5	0 6	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	3	6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	* 2	* 3	* 3	0 4	0 5	1 6	1 7	3 9	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Tercera	3	9	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 5	1 6	2 8	3 9	6 12	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Cuarta	3	12	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	0 4	0 5	1 6	2 7	3 10	5 12	8 15	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Quinta	3	15	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	0 4	1 6	2 7	3 8	5 11	7 13	11 17	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Sexta	3	18	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	1 5	1 6	3 7	4 9	7 12	10 15	14 20	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Séptima	3	21	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	1 3	1 5	2 7	4 8	6 10	9 14	13 17	18 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
H	Primera	5	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	* 2	* 2	* 3	* 3	* 4	* 4	0 5	0 6	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	5	10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	* 2	* 3	* 3	0 4	0 5	1 6	1 7	3 9	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Tercera	5	15	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 5	1 6	2 8	3 9	6 12	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Cuarta	5	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	0 4	0 5	1 6	2 7	3 10	5 12	8 15	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Quinta	5	25	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	0 4	1 6	2 7	3 8	5 11	7 13	11 17	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Sexta	5	30	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	1 5	1 6	3 7	4 9	7 12	10 15	14 20	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Séptima	5	35	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	1 3	1 5	2 7	4 8	6 10	9 14	13 17	18 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
J	Primera	8	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	* 2	* 2	* 3	* 3	* 4	* 4	0 5	0 6	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	8	16	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	* 2	* 3	* 3	0 4	0 5	1 6	1 7	3 9	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Tercera	8	24	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 5	1 6	2 8	3 9	6 12	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Cuarta	8	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	0 4	0 5	1 6	2 7	3 10	5 12	8 15	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Quinta	8	40	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	0 4	1 6	2 7	3 8	5 11	7 13	11 17	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Sexta	8	48	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	1 5	1 6	3 7	4 9	7 12	10 15	14 20	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Séptima	8	56	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	1 3	1 5	2 7	4 8	6 10	9 14	13 17	18 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
K	Primera	13	13	↓	↓	↓	↓	↓	•	↑	↓	* 2	* 2	* 3	* 3	* 4	* 1	0 5	0 6	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Segunda	13	26	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	* 2	* 3	* 3	0 4	0 5	1 6	1 7	3 9	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Tercera	13	39	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 2	0 3	0 4	0 5	1 6	2 8	3 9	6 12	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Cuarta	13	52	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	0 4	0 5	1 6	2 7	3 10	5 12	8 15	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Quinta	13	65	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	0 4	1 6	2 7	3 8	5 11	7 13	11 17	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Sexta	13	78	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	0 3	1 5	1 6	3 7	4 9	7 12	10 15	14 20	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Séptima	13	91	↓	↓	↓	↓	↓		↑	↓	1 3	1 5	2 7	4 8	6 10	9 14	13 17	18 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

⇩ = Use el primer plan de muestreo indicado abajo de la flecha (cuando sea necesario, refiérase a la continuación de la tabla en la página siguiente). Si el tamaño muestral es igual a, o excede el tamaño del lote, se realiza una inspección al 100%.

⇧ = Use el primer plan de muestreo indicado arriba de la flecha.

Ac = Número de aceptación.

Re = Número de rechazo.

• = Use el plan de muestreo simple correspondiente (o, en alternativa, el plan de muestreo múltiple que sigue abajo, cuando esté disponible).

++ = Use el plan de muestreo doble correspondiente (o, en alternativa, el plan de muestreo múltiple que sigue abajo, cuando esté disponible).

* = No se permite la aceptación para este tamaño muestral.

† = Si, después de la última muestra, se excede de aceptación, pero sin llegar al número de rechazo, se acepta el lote, pero se reinstaure la inspección normal.

Norma Militar 105D (ANSI/ASQC Z1.4)

Tabla inspección reducida : Muestreo multiple

Tabla 10-16 *(Continuación)*

Letra código de tamaño muestral	Muestra	Tamaño muestral	Tamaño muestral acumulativo	0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
L	Primera	20	20	⇩	⇩	⇩	⇩	•	⇧	⇩	* 2	* 2	* 3	* 3	* 4	* 4	0 5	0 6	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	20	40								* 2	* 3	* 3	0 4	0 5	1 6	1 7	3 9											
	Tercera	20	60								0 2	0 3	0 4	0 5	1 6	2 8	3 9	6 12											
	Cuarta	20	80								0 3	0 4	0 5	1 6	2 7	3 10	5 12	8 15											
	Quinta	20	100								0 3	0 4	1 6	2 7	3 8	5 11	7 13	11 17											
	Sexta	20	120								0 3	1 5	1 6	3 7	4 9	7 12	10 15	14 20											
	Séptima	20	140								1 3	1 5	2 7	4 8	6 10	9 14	13 17	18 22											
M	Primera	32	32	⇩	⇩	⇩	•	⇧	⇩	* 2	* 2	* 3	* 3	* 4	* 4	0 5	0 6	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	32	64							* 2	* 3	* 3	0 4	0 5	1 6	1 7	3 9												
	Tercera	32	96							0 2	0 3	0 4	0 5	1 6	2 8	3 9	6 12												
	Cuarta	32	128							0 3	0 4	0 5	1 6	2 7	3 10	5 12	8 15												
	Quinta	32	160							0 3	0 4	1 6	2 7	3 8	5 11	7 13	11 17												
	Sexta	32	192							0 3	1 5	1 6	3 7	4 9	7 12	10 15	14 20												
	Séptima	32	224							1 3	1 5	2 7	4 8	6 10	9 14	13 17	18 22												
N	Primera	50	50	⇩	⇩	•	⇧	⇩	* 2	* 2	* 3	* 3	* 4	* 4	0 5	0 6	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	50	100						* 2	* 3	* 3	0 4	0 5	1 6	1 7	3 9													
	Tercera	50	150						0 2	0 3	0 4	0 5	1 6	2 8	3 9	6 12													
	Cuarta	50	200						0 3	0 4	0 5	1 6	2 7	3 10	5 12	8 15													
	Quinta	50	250						0 3	0 4	1 6	2 7	3 8	5 11	7 13	11 17													
	Sexta	50	300						0 3	1 5	1 6	3 7	4 9	7 12	10 15	14 20													
	Séptima	50	350						1 3	1 5	2 7	4 8	6 10	9 14	13 17	18 22													
P	Primera	80	80	⇩	•	⇧	⇩	* 2	* 2	* 3	* 3	* 4	* 4	0 5	0 6	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	80	160					* 2	* 3	* 3	0 4	0 5	1 6	1 7	3 9														
	Tercera	80	240					0 2	0 3	0 4	0 5	1 6	2 8	3 9	6 12														
	Cuarta	80	320					0 3	0 4	0 5	1 6	2 7	3 10	5 12	8 15														
	Quinta	80	400					0 3	0 4	1 6	2 7	3 8	5 11	7 13	11 17														
	Sexta	80	480					0 3	1 5	1 6	3 7	4 9	7 12	10 15	14 20														
	Séptima	80	560					1 3	1 5	2 7	4 8	6 10	9 14	13 17	18 22														
Q	Primera	125	125	•	⇧	⇩	* 2	* 2	* 3	* 3	* 4	* 4	0 5	0 6	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	125	250				* 2	* 3	* 3	0 4	0 5	1 6	1 7	3 9															
	Tercera	125	375				0 2	0 3	0 4	0 5	1 6	2 8	3 9	6 12															
	Cuarta	125	500				0 3	0 4	0 5	1 6	2 7	3 10	5 12	8 15															
	Quinta	125	625				0 3	0 4	1 6	2 7	3 8	5 11	7 13	11 17															
	Sexta	125	750				0 3	1 5	1 6	3 7	4 9	7 12	10 15	14 20															
	Séptima	125	875				1 3	1 5	2 7	4 8	6 10	9 14	13 17	18 22															
R	Primera	200	200	⇧	⇧	* 2	* 2	* 3	* 3	* 4	* 4	0 5	0 6	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧	⇧
	Segunda	200	400			* 2	* 3	* 3	0 4	0 5	1 6	1 7	3 9																
	Tercera	200	600			0 2	0 3	0 4	0 5	1 6	2 8	3 9	6 12																
	Cuarta	200	800			0 3	0 4	0 5	1 6	2 7	3 10	5 12	8 15																
	Quinta	200	1000			0 3	0 4	1 6	2 7	3 8	5 11	7 13	11 17																
	Sexta	200	1200			0 3	1 5	1 6	3 7	4 9	7 12	10 15	14 20																
	Séptima	200	1400			1 3	1 5	2 7	4 8	6 10	9 14	13 17	18 22																

Niveles de calidad aceptable (inspección reducida)†

⇩ = Use el primer plan de mustreo indicado abajo de la flecha. Si el tamaño muestral es igual a, o excede el tamaño del lote, se realiza una inspección al 100%.

⇧ = Use el primer plan de muestro indicado arriba de la flecha (refiérase a la página anterior, cuando sea necesario).

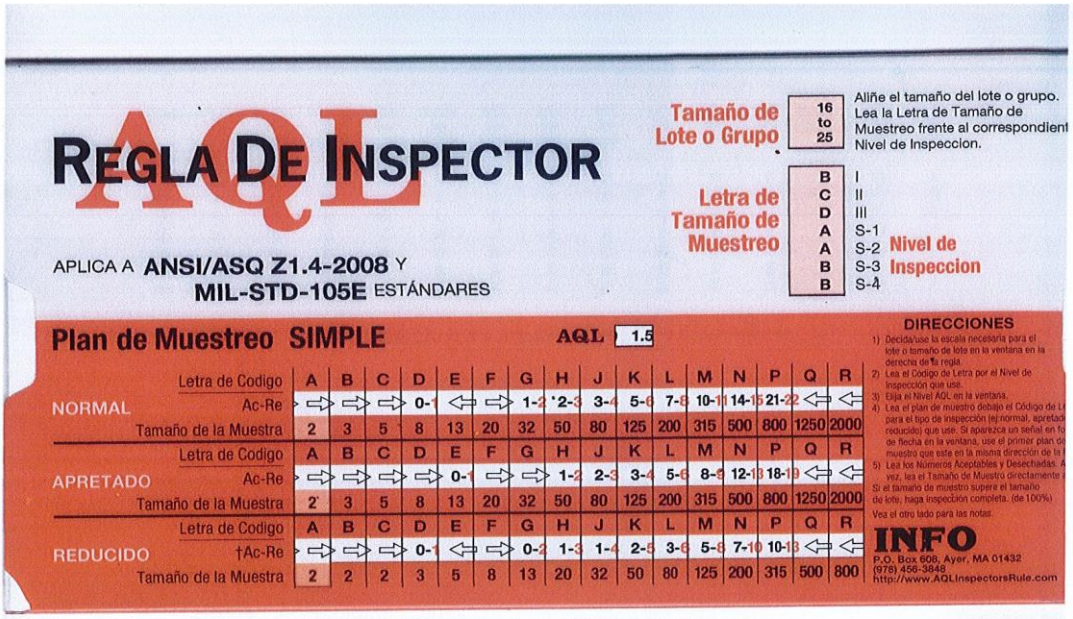
Ac = Número de aceptación.

Re = Número de rechazo.

* = No se permite la aceptación para este tamaño muestra.

† = Si, después de la última muestra, se excede el número de aceptación, pero sin llegar al número de rechazo, se acepta el lote, pero se reintaure la inspección normal.

Regla de Inspector : Contiene las tablas de muestreo Simple y doble para revisar el material de manera practica en la industria.



REGLA DE INSPECTOR AQL

APLICA A **ANSI/ASQ Z1.4-2008** Y **MIL-STD-105E** ESTÁNDARES

Tamaño de Lote o Grupo: 16 to 25

Aliñe el tamaño del lote o grupo. Lea la Letra de Tamaño de Muestreo frente al correspondient Nivel de Inspeccion.

Letra de Tamaño de Muestreo: B C D A A B B

Nivel de Inspeccion: I, II, III, S-1, S-2, S-3, S-4

Plan de Muestreo SIMPLE

AQL 1.5

	Letra de Codigo	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R
NORMAL	Ac-Re	⇨	⇨	⇨	0-1	⇦	⇨	1-2	2-3	3-4	5-6	7-8	10-11	14-15	21-22	⇦	⇦
	Tamaño de la Muestra	2	3	5	8	13	20	32	50	80	125	200	315	500	800	1250	2000
	Letra de Codigo	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R
APRETADO	Ac-Re	⇨	⇨	⇨	⇨	0-1	⇨	⇨	1-2	2-3	3-4	5-6	8-9	12-13	18-19	⇦	⇦
	Tamaño de la Muestra	2	3	5	8	13	20	32	50	80	125	200	315	500	800	1250	2000
	Letra de Codigo	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R
REDUCIDO	†Ac-Re	⇨	⇨	⇨	0-1	⇦	⇨	0-2	1-3	1-4	2-5	3-6	5-8	7-10	10-13	⇦	⇦
	Tamaño de la Muestra	2	2	2	3	5	8	13	20	32	50	80	125	200	315	500	800

DIRECCIONES

1) Decida/use la escala necesaria para el lote o tamaño de lote en la ventana en la derecha de la regla.
2) Lea el Código de Letra por el Nivel de Inspección que use.
3) Elija el Nivel AQL en la ventana.
4) Lea el plan de muestro debajo el Código de Le para el tipo de inspección (ej:normal, apretad reducido) que use. Si aparezca un señal en fo de flecha en la ventana, use el primer plan de muestro que este en la misma dirección de la
5) Lea los Números Aceptables y Desechadas. A vez, lea el Tamaño de Muestro directamente Si el tamaño de muestro supere el tamaño de lote, haga inspección completa. (de 100%)

Vea el otro lado para las notas.

INFO

P.O. Box 608, Ayer, MA 01432
(978) 456-3846
http://www.AQLInspectorsRule.com

Anexo 14: Tabla de Muestreo por Variables MIL-STD- 414 (ANSI Z 1.9).

Tamaño del lote	Niveles de calidad aceptables (inspección normal)													
	0.04		0.065 III		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65	
	II n	V k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k
3–40	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓	
41–65	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓	
66–110	↓		↓		↓		↓		↓		↓		2	1.58
111–180	↓		↓		↓		↓		2	1.94	2	1.81	3	1.69
181–300	↓		↓		↓		3	2.19	3	2.07	3	1.91	4	1.80
301–500	3	2.58	3	2.49	4	2.39	4	2.30	4	2.14	5	2.05	5	1.88
501–800	4	2.65	4	2.55	5	2.46	5	2.34	6	2.23	6	2.08	7	1.95
801–1300	5	2.69	6	2.59	6	2.49	6	2.37	7	2.25	8	2.13	8	1.96
1301–3200	6	2.72	6	2.58	7	2.50	7	2.38	8	2.26	9	2.13	10	1.99
3201–8000	8	2.77	8	2.64	9	2.54	10	2.45	11	2.31	12	2.18	13	2.03
8001–22 000	10	2.83	11	2.72	11	2.59	12	2.49	13	2.35	14	2.21	16	2.07
22 001–110 000	14	2.88	15	2.77	16	2.65	17	2.54	19	2.41	21	2.27	23	2.12
110 001–550 000	19	2.92	20	2.80	22	2.69	23	2.57	25	2.43	27	2.29	30	2.14
550 001–y mas	27	2.96	30	2.84	31	2.72	34	2.62	37	2.47	40	2.33	44	2.17
	0.065		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65		1.00	
	IV Niveles de calidad aceptables (inspección severa)													

Niveles de calidad aceptables (inspección normal)													
1.00		1.50 III		2.50		4.00		6.50		10.00		15.00	
II n	V k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k
↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓	
2	1.36	2	1.25	2	1.09	2	0.936	3	0.755	3	0.573	4	0.34
2	1.42	2	1.33	3	1.17	3	1.01	3	0.825	4	0.641	4	0.42
3	1.56	3	1.44	4	1.28	4	1.11	5	0.919	5	0.728	6	0.51
4	1.69	4	1.53	5	1.39	5	1.20	6	0.991	7	0.797	8	0.58
6	1.78	6	1.62	7	1.45	8	1.28	9	1.07	11	0.877	12	0.64
7	1.80	8	1.68	9	1.49	10	1.31	12	1.11	14	0.906	16	0.68
9	1.83	10	1.70	11	1.51	13	1.34	15	1.13	17	0.924	20	0.70
11	1.86	12	1.72	13	1.53	15	1.35	18	1.15	21	0.942	24	0.71
14	1.89	15	1.75	18	1.57	20	1.38	23	1.17	27	0.965	31	0.74
17	1.93	19	1.79	22	1.61	25	1.42	29	1.21	33	0.995	38	0.77
25	1.97	28	1.84	32	1.65	36	1.46	42	1.24	49	1.03	56	0.80
33	2.00	36	1.86	42	1.67	48	1.48	55	1.26	64	1.05	75	0.81
49	2.03	54	1.89	61	1.69	70	1.51	82	1.29	95	1.07	111	0.84
1.50		2.50		4.00		6.50		10.00		15.00			
IV Niveles de calidad aceptables (inspección severa)													

Todos los valores NCA están en porcentaje defectuoso.

Use el primer plan de muestreo bajo la flecha: esto es, tanto el tamaño de la muestra como el valor k.

Cuando el tamaño de la muestra iguale o exceda al del lote, cada artículo en el lote debe inspeccionarse.

15-20 La tabla es una modificación de la Tabla D-1 de MIL-STD-414 en que el nivel de inspección III

MIL-STD-414
11 June 1957

SUPERSEDING
ORD-M608-10
June 1954
NAVORD OSTD 80
8 May 1952

MILITARY STANDARD

SAMPLING PROCEDURES AND TABLES FOR INSPECTION BY VARIABLES FOR PERCENT DEFECTIVE

Anexo 15: Solución ejercicios propuestos :

Muestreo Atributos Mil-Std-105 E (ANSI Z 1.4).

n = tamaño de muestra criterio de Ac y Re

NI = nivel de inspección Np = unidades defectuosas

1.- Proveedor Wattestu S.A .Utilizando las tablas de plan de muestreo simple: Para inspección normal.

N = 425, NI = III, NCA = 0.65 %, Np = 2 **Código= J**

n	Ac	Re	Np
80	1	2	2

Re

Conclusion ; se rechaza el material.

2.- Proveedor Aretis S.A .Utilizando las tablas de plan de muestreo doble: Para inspección normal.

N = 300, NI= I, NCA = 6.5 %, Np = 2 en la primera muestra y Np = 1 en la segunda muestra **Código= F**

N	Ac	Re	Np
13	1	4	2
13	4	5	1

Ac

Conclusión:Se acepta el material en la segunda muestra.

3.-Proveedor Kigiallis S.A , utilizando las tablas de plan de muestreo múltiple: Para inspección normal.

N =900, NI =II, NCA = 4 %, Np = 3,2,2,2,0,2, 1 (desde la primera a la séptima muestra)

Código= J

n	Ac	Re	Np
20	0	4	3
20	1	6	2
20	3	8	2
20	5	10	2
20	7	11	0
20	10	12	2
20	13	14	1

Ac

Conclusión:Se acepta el material en la séptima muestra.

Referencia Bibliograficas.

1. Acheson J. Duncan; Control de calidad y estadística industrial; Quinta Edición, Alfa-Omega,Colombia, 2000.
2. Arrona Hernández, Felipe de J.;"Calidad, El Secreto de la Productividad" Editora Técnica,México.
3. Evans, James R., Lindsay William; "Administración y Control de la Calidad" Thompson Editores,International, México, 2000
4. Gutiérrez Pulido Humberto y De la Vara Salazar Román; Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, Mc Graw Hill, Primera Edición, México 2004.
5. Gutiérrez Pulido Humberto, Control Total y Productividad, Segunda Edición, Mc Graw Hill,
México, 2005.
6. L. Grant y Leaven Worth, Control estadístico de calidad, Ed. C.E.C.S.A.

7. Montgomery Douglas, Control estadístico de calidad, Tercera Edición, Limusa-Wiley; México,2004.
8.-Edwin Garro, Siete herramientas de la calidad, primera Edición,Pxs school of execelence.2017.

9. Wheeler, D. J.; Chambers, D. S. *Understanding Statistical Process Control*. 3ª ed. SPC Press, Knoxville – Tennessee, 2010.

Referencias Internet.

1.- https://www.aiteco.com/historia-de-la-calidad/

2.-https://www.isotools.org/2016/01/30/historia-y-evolucion-del-concepto-de-gestion-de-calidad/

3.-https://www.ruizgallegoconsultores.com/calidad/historia-y-evoluci%C3%B3n-de-la-calidad

4.- http://calidad-admon-industrial.blogspot.com/p/calidad-en-la-historia-breve-analisis.html

5.-https://blogdelacalidad.com/las-siete-herramientas-de-la-calidad/

6.-https://es.scribd.com/doc/314642195/Herramientas-y-Control-Estadistico-de-la-Calidad-en-Gaseosa-Coca-Cola

7.-https://web.cortland.edu/matresearch/herracalidad.

8.- https://es.slideshare.net/477000/los-grficosdecontrolporatributos-y-variables

9.- https://www.tibco.com/es/reference-center/what-is-statistical-process-control

10.- https://navarrof.orgfree.com/Docencia/Calidad/UT3/milstd105e_y_iso2859.htm

11.- https://web.cortland.edu/matresearch/aceptacion.pdf

12.- https://prezi.com/io8or-yc7r9f/planes-de-muestreo-por-military-standard-mlt-std-414/